

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年5月6日 (06.05.2004)

PCT

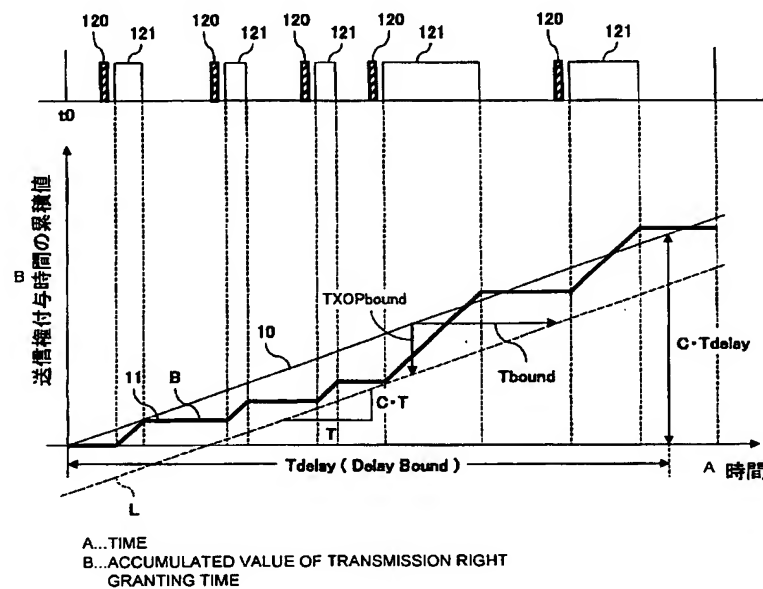
(10) 国際公開番号
WO 2004/039009 A1

- (51) 国際特許分類: H04L 12/28
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012808
- (22) 国際出願日: 2003年10月6日 (06.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2002-308954 2002年10月23日 (23.10.2002) JP
特願2002-324916 2002年11月8日 (08.11.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒545-8522 大阪府 大阪市 阿倍野区長池町 2-2-2 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大谷 昌弘 (OHTANI, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒619-0232 京都府 相楽郡 精華町桜が丘 3-1-2-301 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 原 謙三, 外 (HARA, Kenzo et al.); 〒530-0041 大阪府 大阪市 北区天神橋 2丁目北 2番6号 大和南森町ビル 原謙三国際特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION MANAGEMENT METHOD, CENTRAL CONTROL STATION, COMMUNICATION STATION, COMMUNICATION MANAGEMENT PROGRAM, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM STORING COMMUNICATION MANAGEMENT PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信管理方法、中央制御局、通信局、通信管理プログラム、通信管理プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体



(57) Abstract: A central control station performs a transmission right assignment according to a rule that a value, which is obtained by subtracting a polygonal line (11) representing an accumulated value from a certain time point (t0) of a transmission right granting time assigned by "an actual transmission right assignment" from a straight line (10) representing an accumulated value from the time point (t0) of the transmission right granting time assigned by "a reference transmission right assignment obtained by the average data rate of a communication station or the like", is always confined to a range defined by a certain value (TXOP_{bound})

[続葉有]



(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

that is smaller than “an accumulated value of average transmission right granting time assigned to a permissible transmission delay time by the reference transmission right assignment” ($C \cdot T_{\text{delay}}$). In a communication network, a communication path quality that a transmitting station requires with respect to a communication path can be realized with flexibility maintained with respect to scheduling of the central control station.

(57) 要約: 中央制御局は、「通信局の平均データレートなどから求められる基準的な送信権割り当て」により割り当てられる送信権付与時間の、ある時刻 t_0 を起点とした累積値を表す直線 (10) から、「実際の送信権割り当て」により割り当てられる送信権付与時間の同時刻 t_0 からの累積値を表す折れ線 (11) を差し引いた値が、「前記基準的な送信権割り当てにより伝送遅延許容時間に割り当てられる平均送信権付与時間の累積値」 ($C \cdot T_{\text{delay}}$) よりも小さなある一定値 ($T \times O P_{\text{bound}}$) で常に制限される、という規則に沿って送信権割り当てを行う。通信ネットワークにおいて、中央制御局のスケジューリングに対する柔軟性を残しつつ、送信局が通信路に対して要求する通信路品質を実現できるようにする。

明 細 書

通信管理方法、中央制御局、通信局、通信管理プログラム、通信管理プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

- 5 本発明は、IEEE 802.11 に則った無線通信等のように、複数の通信局が1つのネットワーク経路を時分割で共用するネットワークにおける通信を管理する通信管理方法、中央制御局、通信局、通信管理プログラム、通信管理プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関するものである。

10

背景技術

- 近年、LAN (Local Area Network) に対する重要度が増している。このようなネットワークにおいて、それに接続する複数の通信局は、パケット送信に関して1つのメディアを共有することになる。複数の送信
15 局が同時に送信を行うとパケット同士の衝突が発生するため、この衝突を効率良く回避する仕組みが定義される必要がある。

- 例えば、無線LANのための標準規格であるIEEE 802.11 無線通信方式(ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition に準拠する方式)においては、DCF (Distributed
20 Coordination Function) と呼ばれるCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) ベースの衝突回避方式が定義されている。

しかしこのような従来のネットワークでは全ての送信局に対して平等に送信権が与えられるため、ネットワークに流れるトラフィックの総量が増加すると1つのストリームあたりの帯域が減少するため、各データの伝送遅延時間に制限があるような動画や音声などのリアルタイムのストリームデータを流す際に問題となる。すなわち、このようなストリームデータはネットワークが混み合ってくると正常に伝送されないことになる。

そこで各ストリームデータを正常に伝送させるために、種々の帯域確保の仕組みが考案されている。図5に示すように、帯域確保を行うための一手法として、ネットワーク上の中央制御局102が送信局(通信局)100の受信局(通信局)101へのデータ送信に必要な帯域の一部の管理を行う手法がある。このような手法において各送信局はこれからネットワークに流そうとするストリームデータのトラフィック特性に関する情報を中央制御局に通知し、中央制御局がこのストリームの伝送の可否判定を行い、受け入れ可能と判定した場合には中央制御局から各送信局に対して送信権の付与が行われる。

上述のIEEE 802.11無線通信方式の場合には、TGEと呼ばれるサブグループにおいて、無線ネットワーク上で帯域管理を行うための、HCF (Hybrid Coordination Function) と呼ばれる中央制御局の機能が議論されている。TGEが2002年9月会議において策定したドラフト (IEEE Std 802.11e/D3.3, 2002に準拠する方式) では、HC (Hybrid Coordinator) と呼ばれる中央制御局がネットワークに属する送信局のトラフィックの送信権の一部を管理する。HC以外の通信局はWSTA (Wireless Station) と呼ばれる。

各 W S T A は、自局から送信しようとしているデータのトラフィック特性もしくはポーリング要求仕様に関する情報を H C に通知する。この情報は Traffic Specification (T S P E C) と呼ばれている。ただしデータのトラフィック特性に関する情報とは、例えばトラフィックの最小／平均／最大データレート、伝送遅延許容時間などであり、またポー
5 リング要求仕様に関する情報とは、ポーリングして欲しい最小／最大時間間隔、というような情報である。現在 Draft 3 . 3 に定義されている主な T S P E C 情報のパラメータは以下の通りである。

すなわち、TS Info ACK Policy は、A C K (受信確認情報) が必要かどうか、および、望ましい A C K 形態を指定する。00 : Normal ACK, 10 :
10 No ACK, 01 : Alternate ACK, 11 : Group ACK となっている。

Direction は、00 : Up link, 10 : Down link, 01 : Direct link, 11 : reserved である。

Minimum Data Rate は、トラフィックの最低レート (bps 単位) を示
15 す。MAC/PHY Overhead は含まれない。0 の場合は無指定である。

Mean Data Rate は、トラフィックの平均レート (bps 単位) を示す。MAC/PHY Overhead は含まれない。0 の場合は無指定である。

Peak Data Rate は、トラフィックの最大許容レート (bps 単位) を示す。0 の場合は無指定である。

20 Max Burst Size は、Peak Data Rate で到着する、トラフィックの最大データバースト (octet 単位) を示す。これは可変レートトラフィックあるいはバーストトラフィック用のパラメータである。0 の場合はバーストが無いことを示す。

Nominal MSDU Size は、通常の M S D U のサイズ (octet 単位) を表

す。ただしMSDUサイズとは上位層からMAC層に対してデータ送受信を行う際のデータのサイズのこと、パケットからMAC層、物理層のヘッダー部分を除いた長さに等しい。MSDU Size = 0 の場合は無指定である。

- 5 Inactivity Interval は、MSDUのトラフィックが流れていなかった場合に中央制御局により接続が遮断されるまでの最大時間 (μ s 単位) を表す。0 が指定された場合には、Inactivity により接続が遮断されない。

Delay Bound は、トラフィックのMSDU転送に許容された最大時間
10 (μ s 単位) を示す。0 の場合は無指定である。

Min PHY Rate は、トラフィックの最小物理レート (bps 単位) を示す。
0 の場合は無指定である。

Minimum Service Interval は、トラフィックに対して送信権が付与される間隔の最小値を示す。Direction field が Uplink/Sidelink の場合
15 にはHCからポーリングが行われるため、このパラメータは連続したQoS CF-POLL (後述) の開始時刻の最小間隔 (μ s 単位) を表すことになる。これはパワーセーブを行いたい通信局が設定するパラメータである。

Maximum Service Interval は、トラフィックに対して送信権が付与される間隔の最大値を示す。Direction field が Uplink/Sidelink の場合
20 にはHCからポーリングが行われるため、このパラメータは連続したQoS CF-POLL (後述) の開始時刻の最大間隔 (μ s 単位) を表すことになる。

Surplus Bandwidth Allowance Factor は、トラフィックのMSDU転

送に必要な上記のレートに対して過剰に必要な時間割り当て（帯域割り当て）を示す。本フィールドはMSDUの転送に必要な帯域に対して、再送、MAC/PHY overheadを含む空間伝送時の帯域の比を表す。

このTSPEC情報を各WSTAから受信したHCは、各WSTAからの要求が満たされるように各送信局に対する送信権の付与順序と付与時間に関する計算を行い（スケジューリング）、このスケジュールの結果に基づいて各WSTAに対する送信権の付与を行う。

HCから各局に付与される送信権付与時間はTXOP（Transmission Opportunity）と呼ばれる。HCは送信権を与えようとするWSTAに向けてQoS CF-POLLと呼ばれるパケットを送信することで各送信局に対するTXOPの付与を行う。QoS CF-POLLパケットには、TXOP LIMITと呼ばれる、送信権が付与される制限時間に関する情報が含まれており、QoS CF-POLLの宛先となっているWSTAは、この制限時間内でのデータの送信が許される。

通信局の上位層が通信局のMAC層に対して送信を依頼するデータの単位はMSDU（MAC Service Data Unit）と呼ばれている。実際にメディア上で上記MSDUの伝送が行われる際には、パケットという形で伝送が行われるが、これは通常は1つのMSDUに対してMAC層および物理層のプロトコルヘッダーが付加されたものとなる。

なお現在のドラフトでは、送信局が受信局に対してデータの送信を行う際に、受信局側から受信確認情報を得るための方法としてNormal ACKと呼ばれる手法と、Group ACKと呼ばれる手法の2種類が定義されている。図6（a）はNormal ACKを用いた手法であり、図6（b）はGroup ACKを用いた手法を用いた手法

である。図 6 に示すように、Normal ACK を用いた手法では送信局がパケット 110 を送信するたびに受信局側からそのパケットに対する受信確認情報 (ACK) 111 を返送してもらう。一方 Group ACK を用いた手法では、送信局が受信局に対して複数のパケット 110 をバースト的に送信し、その後送信局が Group Ack Request と呼ばれるパケット 112 を送信した場合、それが受信局に受信されると、受信局は、それまでに送信局から受信したパケットに関する受信確認情報を含む Group Ack と呼ばれるパケット 113 を送信局に対して返信する処理を行う。

バースト伝送により伝送されるパケット数は固定数である必要は無いが、典型的なシーケンスとして図 6 に示すように固定数 (図 6 では N 個) のパケットがバースト伝送により周期的に伝送されるパターンを考える。この場合の数 N をバースト長と呼ぶ。

Group Ack の手法を用いると複数のパケットの受信確認情報を一度に送信局に通知することができるため Normal ACK の手法を用いる場合と比較して帯域効率が良くなっている。またバースト長 N を長く設定すればするほど帯域効率が良くなる。しかし、逆にバースト長 N を長く設定すればするほど受信確認情報を返信する頻度が少なくなるため、同一のパケットを一定時間内に再送できる回数は減少することになる。

例えば物理層に IEEE 802.11a を使用した場合、Normal ACK を用いて 1 パケットを伝送するために必要な時間の計算方法を以下に示す。すなわち、パケットの種類が QoS Data パケットの場合、パラメータは

MSDUサイズ: L (bit)

物理レート: R_{PHY}

の2つである。IEEE 802.11aの物理層で用いられているOFDM変調方式の1シンボルにより伝送されるビット数 N_{DBPS} の値は、

5 図7に示すように物理レート R_{PHY} より一意に決定されるので、 L (bit)のMSDUを伝送するのに必要なOFDMシンボル数 N_{SYM} は

$$N_{SYM} = \text{ceiling} \{ (310 + L) / N_{DBPS} \}$$

となり、パケット送信時間 $T_{QoSData}$ は

$$T_{QoSData} = 20 + 4 \times N_{SYM} (\mu s)$$

10 で与えられる。

上記QoS Dataパケットを受信した際に受信局が返送するACKパケットについては、上記QoS Dataパケットの物理レート R_{PHY} よりACKパケットの物理レート $R_{PHY}(ACK)$ が一意に決定され、 $R_{PHY}(ACK)$ より N_{DBPS} の値が決定され(図7参照)、ACKパケットを伝送するのに必要なOFDMシンボル数 N_{SYM} は

15

$$N_{SYM} = \text{ceiling} (134 / N_{DBPS})$$

で計算できるため、パケット送信時間 T_{ACK} は

$$T_{ACK} = 20 + 4 \times N_{SYM} (\mu s)$$

で与えられる。

20 以上の計算よりQoS DataパケットとACKパケットの交換にかかる標準時間 $T_{Normal}(L, R_{PHY})$ は

$$T_{normal}(L, R_{PHY}) = T_{QoSData} + SIFS + T_{ACK} + SIFS (\mu s)$$

で与えられる。ただしSIFSはパケット間のギャップ時間を表し、IEEE 802.11aの物理層を使用する場合の具体的な値は $16(\mu s)$ で

与えられる。

同様に Group ACK を用いて 1 パケットを伝送するために必要な平均時間の計算方法を以下に示す。

QoS Data パケットを送信するのに必要な時間 $T_{QoSData}$ については上記の Normal ACK の場合と同じ計算式で与えられる。

Group ACK Request パケットを送信するのに必要な時間については、上記 QoS Data パケットの物理レート R_{PHY} より Group ACK Request パケットの物理レート $R_{PHY}(GAR)$ が一意に決定されるので、図 7 から $R_{PHY}(GAR)$ に対応する N_{DBPS} の値が求められ、

$$N_{SYM} = \text{ceiling} (214 / N_{DBPS})$$

$$T_{GAR} = 20 + 4 \times N_{SYM} (\mu s)$$

によりパケット送信時間 T_{GAR} の値が決定する。

一方 Group ACK パケットを送信するのに必要な時間についても、上記 QoS Data パケットの物理レート R_{PHY} より Group ACK パケットの物理レート $R_{PHY}(GA)$ が一意に決定されるので、図 7 から $R_{PHY}(GA)$ に対応する N_{DBPS} の値が求められ、

$$N_{SYM} = \text{ceiling} (1238 / N_{DBPS})$$

$$T_{GA} = 20 + 4 \times N_{SYM} (\mu s)$$

によりパケット送信時間 T_{GA} の値が決定する。

以上から N 個の QoS Data パケットと Group ACK Request / Group ACK パケットの交換にかかる標準時間 $T_{group}(N)$ (L, R_{PHY}) は、

$$T_{group}(N) (L, R_{PHY})$$

$$= N \cdot T_{QoSData} + SIFS + T_{GAR} + SIFS + T_{GA} + SIFS (\mu s)$$

であり、バースト長 N の Group ACK シーケンスを用いてパケット伝送を行う際の 1 パケットあたりの平均送信時間の標準値 $T_{\text{group}}(L, R_{\text{PHY}})$ は

$$T_{\text{group}}(L, R_{\text{PHY}}) = T_{\text{group}}(N) / N \quad (\mu s)$$

5 となる。

上記の計算において、 Group ACK を用いてデータ伝送を行う際のパラメータはパケットの MSDU サイズ、パケットを送信する物理レート、およびバースト長 N で与えられるものとしている。

10 上記のように Group ACK を用いて伝送を行う場合にはバースト長 N により帯域効率が変化するため、中央制御局がその局に割り与えるべき TXOP の時間率も変化する。しかし $\text{Group Ack Request} / \text{Group Ack}$ のパケットは通信局が任意の時間に出してよいと規定されているため、仕様上ではバースト長という概念は存在せず、それを中央制御局に伝達する仕組みも定義されていない。その

15 代わりに制御局は $\text{Surplus Bandwidth Allowance}$ という TSPEC 情報を中央制御局に伝達できるようになっている。これは、 Normal ACK を使用した場合と比較して、実際に必要となるであろう帯域（もしくは平均送信時間）の比率に相当する情報である。 Group ACK を用いてバースト長 N の伝送を行う通信局が中央制御局に対して伝送す

20 る $\text{Surplus Bandwidth Allowance}$ の計算方法は以下の通りである。すなわち、 TSPEC に設定すべき $\text{Surplus Bandwidth Allowance}$ (A_{surp}) の値は

$$A_{\text{surp}} = T_{\text{group}}(L, R_{\text{PHY}}) / T_{\text{normal}}(L, R_{\text{PHY}})$$

である。

なお現在のドラフトでは明確に記述されていないが、Surplus Bandwidth Allowance (A_{surp}) の値の中には、パケット再送のために必要となる追加帯域（もしくは追加送信時間）を送信局側で計算し、それを考慮した値を申請するという規則になる可能性がある。パケットエラー率が P E R で与えられる場合には一般に

$$1 + P E R + P E R^2 + P E R^3 + \dots = 1 / (1 - P E R)$$
 倍の帯域が必要となるので、再送帯域も考慮した場合の Surplus Bandwidth Allowance (A_{surp'}) の値は

A_{surp'}

$$= T_{group} (L, RPHY) / T_{normal} (L, RPHY) / (1 - P E R)$$

で与えられる。ただし上式において P E R の値は通信局側で実際に過去の通信において計測されたパケットエラー率でも構わないし、固定値(典型値)を使用するようにしてもよい。

中央制御局から与えられた T X O P の時間内で N o r m a l A C K
もしくは G r o u p A C K を用いて実際に通信を行う場合のパケット
交換シーケンスの一例を図 8 に示す。図 8 (a) は N o r m a l A C K
を用いた手法であり、図 8 (b) は G r o u p A C K を用いた手法
を用いた手法である。G r o u p A C K を用いて、N 個のパケット、
G r o u p A c k R e q u e s t、G r o u p A c k の一連のシ
ーケンスがメディア上で送出される周期の平均時間を平均バースト出力
周期 (T_{burst}) と呼ぶことにする。

従来技術としては、「D r a f t S u p p l e m e n t t o S T
A N D A R D F O R T e l e c o m m u n i c a t i o n s a n d
I n f o r m a t i o n E x c h a n g e B e t w e e n S

systems - LAN/MAN Specific Requirements - Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Medium
5 Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS), IEEE Std 802.11e/D3.3, 2002がある。

10 以上のようなネットワークシステムでは、送信局はストリームの特性だけを伝えて送信権の割り当てについては全てを中央制御局に「任せる」という仕組みになっているため、送信局が期待しているようなタイミングで送信局が期待しているような長さの送信時間を与えてもらえるという保証を得ることができない。

15 たとえば、送信局が固定レートのトラフィックを流すためにストリームの最小/平均/最大データレートに対応する特性パラメータに同じ値を設定して中央制御局に申請したとしても、中央制御局は送信局に対して周期的に送信権を付与してくれるとは限らない。より一般的には中央制御局は、より多くの送信局からの多種多様な要求を同時に受け入れるために、各々のストリームに対する送信権割り当てに着目した場合には、疎密のある送信権付与を行うことの方が普通である。

20 たとえば図9の130~133はHCによるさまざまなスケジューリングの結果を表している。120がQoS CF-POLLパケット、121が送信局に対して付与されたTXOPを表している。このようにHCが送信局からの同一のTSPECの申請を受信したと仮定しても、いろいろなTXOPを発生する可能性がある。現在のドラフトでは、中

中央制御局がどのぐらいの時間で観測したときに要求したデータレートに対応する送信時間を提供してくれるかということについては規格範疇外であり、実装依存ということになっている。逆に言えば、現在のドラフトで定義されている手法ではH Cのスケジューリングに対して大きな柔軟性が与えられている。

次に、中央制御局からの送信権の与え方に依存して通信路の信頼性が変化するということを示す。図10は図9の各ポーリングに対してある一定時間に割り当てられたTXOPに対して横縞を付けたものである。図10より、ポーリング133によりT1～T2の時間内に割り当てられたTXOPの量はポーリング130～132と比較して少ないことが判る。固定レートのストリームを流す場合を考えると、133のようにポーリングされた場合には、T1～T2の時間の間で提供される局所的な送信権付与レートが平均的な送信権付与レートよりも小さくなっているため、時刻T2において送信バッファに未送信のMSDU (MAC Service Data Unit) が多く溜まることになる。仮に時刻T2に上位層から新しいMSDU140の送信要求が来た場合を考えると、MSDU140は送信バッファの最後尾に入れられるため、133のようにポーリングされた場合にはMSDU140が最初に送出されるまで長く待たされることになる。全てのパケットは同一の伝送遅延許容時間内に受信局側に伝達される必要があるが、T1～T2やT2～T3の時間が伝送遅延許容時間に等しいとすると、133のようにポーリングされた場合には、MSDU140に対する再送の機会が、130～132のようにポーリングされた場合よりも明らかに減少していることが判る。

再送の機会が減少しているということは、パケット損失率 (Packet

Loss Rate、P L R と記載）が増加していることを意味している。ここでパケット損失率とは、送信局と受信局との間でパケットの再送を繰り返した結果として、制限時間（すなわち伝送遅延許容時間）内に受信局側に正常に伝達されなかったパケットの割合と定義される。

- 5 特に送信局が受信局に対して複数のパケットをバースト的に送信し、受信局が複数の受信パケットに対する受信確認情報をまとめて送信局に通知する仕組みを用いて通信を行う場合には、再送を行う頻度が少なくなっているため、上のパケット損失率はポーリングの差による影響をより深刻に受けることになる。受信確認情報を送信局に通知する頻度を上
- 10 げればポーリングによるパケット損失率の差を小さくすることが可能であるが、受信確認情報の通知頻度を上げすぎると帯域効率が悪くなる。上記のようなバースト伝送の仕組みはもともと帯域効率を上げるために考案されたものであるため、帯域効率を保持したままの状態、同時に所望のパケット損失率が達成できることが望ましい。しかし現在のドラ
- 15 フトでは、送信局がどの程度の頻度で受信局に対して受信確認情報の通知を要求すればよいかに関する指針が示されていない。

図 1 5 ～ 図 1 8 は、中央制御局からの色々な送信権の与え方の具体例を示している。ただしこの例で中央制御局は 1 0 0 T U の周期で送信権付与を行っているものとし、一周期時間あたりに 3 0 個の M S D U が等

20 間隔で入力されるものとし、各 M S D U の最大伝送許容時間は 5 0 T U で与えられると仮定している。（ただし、1 T U = 1 0 2 4 u s とする。）同図の T X O P 中における数字は、その T X O P において出力されるパケットの数を表している。（例 1）～（例 4）の全ての T X O P 割り当てではどれも 1 0 0 T U の時間のうちに 3 6 個のパケットが出力されるよ

うに送信権の付与を行っている。

ただし、より色々なパターンのTXOP割り当てについて考察するために、各TXOP割り当てには変数を持たせている。図15に示すTXOP割り当て(例1)は、 x 個のMSDUが連続して送出されるように、
5 均一な送信権の付与を行っており、 x が変数になる。

図16に示すTXOP割り当て(例2)は、 $100TU$ の間に t (TU)の時間だけ送信権付与が行われない時間があり、残りの時間でパケットの送出が均一に行われる。ただし3個のMSDUが連続して送出されるように送信権付与を行っており、 t が変数になる。

10 図17に示すTXOP割り当て(例3)は、 t (TU)の時間に3個のMSDUが連続して送出されるように均一な送信権付与が行われ、 $(100 - t)$ (TU)の時間に6個のMSDUが連続して送出されるように均一な送信権付与が行われており、 t が変数になる。

15 図18に示すTXOP割り当て(例4)は、 t (TU)の時間に18個のMSDUが連続して送出されるように送信権付与が行われ、 $(100 - t)$ (TU)の時間に3個のMSDUが連続して送出されるように均一な送信権付与が行われており、 t が変数になる。

20 図19～図22は、図15～図18に示す上記の中央制御局からの具体的な送信権の与え方のそれぞれに対して、パケット損失率がどのように変化するかに関するシミュレーション結果を示している。ただし横軸には、各TXOP割り当ての変数を取っている。図には最大伝送遅延時間の値も併せて記してある。(最大伝送許容時間が $50TU$ であると仮定しているので、最大伝送遅延時間が $50TU$ を超えたパケットがパケット損失となる。)これらの図から、一定の時間に割り与えるTXOP割り

当ての合計時間が同一であったとしても、色々な送信権の与え方に対して最大伝送遅延時間やパケット損失率が大きく変化することが判る。

各々のストリーム系アプリケーションには、通信路に対して許容可能なパケット損失率が存在する。アプリケーションによっては $PLR = 10^{-4}$ で正常に動作するものもあれば、 $PLR = 10^{-8}$ を必要とするアプリケーションもある。しかし現在のドラフト仕様書では、送信局側から中央制御局に対して、送信局のアプリケーションが通信路に対して期待するパケット損失率に関する情報を伝達する方法が存在しない。そのため、無線通信路のようにエラーが頻発する通信路においては、送信局は
5
10 何らかの方法で期待するパケット損失率を達成するために必要な情報を中央制御局に対して伝送する必要がある。

中央制御局による送信権の割り当てのタイミングが悪いことが原因で受信局において映像乱れが発生した場合でも、ユーザーは送信局あるいは受信局が故障していると感じてしまう。これは送信局あるいは受信局
15 の製造業者にとって好ましくない事態である。現在のドラフトでは送信局から中央制御局に対して「ストリームの特性」以外に「ポーリングに対する要求仕様」についても要求できるようになっているものの、決して十分ではないとともに、各パラメータをどのように設定すべきかに関する指針が示されていない。

20 本発明は、上記の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、特に、パケットエラー率の比較的高い通信ネットワークにおいて、中央制御局のスケジューリングに対する柔軟性を残しつつ、送信局が通信路に対して要求する通信路品質を実現できる通信管理方法、中央制御局、通信局、通信管理プログラム、通信管理プログラムを格納したコンピュー

タ読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明に係る通信管理方法は、中央制御
5 局が、データ送信を行う通信局からデータ受信を行う通信局へのデータ
送信タイミングを規定することによって各時刻に1つの通信局にのみ送
信権としてデータ送信を許可するスケジューリングを行う通信管理方法
において、基準的な送信権割り当てにより上記中央制御局から上記デー
タ送信を行う通信局に対して割り当てられる平均送信権付与時間率をC
10 とし、通信局が送信しようとする伝送データの最大遅延許容時間をT
delay とするとき、

$$\text{式 1 : } 0 \leq T_{\text{bound}} < T_{\text{delay}}$$

$$\text{式 2 : } 0 < C < 1$$

$$\text{式 3 : } T_{\text{XOP bound}} = C \cdot T_{\text{bound}}$$

15 を満たすパラメータC、 $T_{\text{XOP bound}}$ 、 T_{bound} を用いて、任意の時刻
 t_0 に対して、時間 $\{t_0, t_0 + t\}$ の間に実際に付与される送信権付
与時間の累積値が常に $C \cdot t - T_{\text{XOP bound}}$ 以上の値となるように送
信権付与のスケジューリングを行うことを特徴としている。

これはすなわち、任意の時刻 t_0 を起点として中央制御局が通信局に
20 割り当てる基準的な送信権付与時間の累積値が t_0 からの経過時間 t に
比例すると想定し（比例係数がCであるとする）、「実際の送信権割り当
て」により割り当てられる送信権付与時間の任意の時刻 t_0 からの累積
値が、上記基準的な送信権付与時間の累積値と比較して、伝送遅延許容
時間 T_{delay} の間に割り当てられる基準的な送信権付与時間の累積値に

相当する量（すなわち $C \cdot T_{\text{delay}}$ ）よりも小さなある一定値（ $T X O P$ bound）よりも小さくならないように送信権割り当てを行うということである。

$T X O P$ bound に対する視覚的定義を図 1 に示す。図 1 は、全ての中央制御局が満足すべき規則を示している。図 1 において累積の起点は t_0 で示されている。上記の「基準的な送信権割り当ての累積値」は図中では直線 10 で示されており、任意の観測時間 T に対して $C \cdot T$ で与えられる。ここで C は、中央制御局から該送信局に対して割り与えられる平均送信権付与時間率を表すものとする。上記の基準的な送信権割り当ては、アプリケーションのデータレートに相当するスループットを提供するために必要な送信時間の他に、伝送エラーになったパケットの再送を行うために余計に必要な送信時間を含むものであってもよい。なお、余計に必要な送信時間に関しては、通信局側で実際に $P E R$ の計測を行って中央制御局に通知する、というように通信規約上で規定されているかもしれないし、あるいは中央制御局側で典型的な $P E R$ を想定して計算を行う、というように規定されているかもしれないが、そのどちらでも構わない。

また図 1 中で「実際の送信権割り当て」により割り当てられる送信権付与時間の同時刻からの累積値は折れ線 11（折れ線 B）で示されている。

図 1 において中央制御局は、「通信局の平均データレートなどから求められる基準的な送信権割り当て」により割り当てられる送信権付与時間の、ある時刻 t_0 を起点とした累積値を表す直線 10 から、「実際の送信権割り当て」により割り当てられる送信権付与時間の同時刻 t_0 からの

累積値を表す折れ線 1 1 を差し引いた値が、「前記基準的な送信権割り当てにより伝送遅延許容時間に割り当てられる平均送信権付与時間の累積値」($C \cdot T_{\text{delay}}$) よりも小さなある一定値 ($T_{\text{XOP bound}}$) で常に制限される、という規則に沿って送信権割り当てを行っている。

5 図 1 には、時刻 t_0 からの経過時間 t に対して送信権付与時間が ($C \cdot t - T_{\text{XOP bound}}$) で定義される直線 L を書き込んである。上記の構成により、折れ線 B が直線 L を下回れば、スケジュールが疎すぎることを表す。スケジュールが疎すぎると、ある時刻で上位層から入力された $MSDU$ に対して、その $MSDU$ の伝送遅延許容時間の間に中央制御局から付与される送信権付与時間合計が $C \cdot T_{\text{delay}} - T_{\text{XOP bound}} = C \cdot (T_{\text{delay}} - T_{\text{bound}})$ よりも小さくなることを示しており、その $MSDU$ に対する再送の機会がそれだけ減少していることを意味している。

10 逆に折れ線 B が直線 L を下回ることがなければ、送信局の送信バッファに溜まる $MSDU$ の数は、 $T_{\text{bound}} = T_{\text{XOP bound}} / C$ 時間に入力される $MSDU$ 数でほぼ制限されることになる。言いかえると、任意の時刻で上位層から入力された $MSDU$ が最初に送信されるまでに送信バッファで待たされる時間はほぼ $T_{\text{bound}} = T_{\text{XOP bound}} / C$ で制限されることを意味している。このため各 $MSDU$ は残りの ($T_{\text{delay}} - T_{\text{XOP bound}} / C$) で与えられる時間を再送用に確保できることになり、それゆえ、信頼性の高いデータ伝送を行うことができる。

20 なお、上記構成において、通信規約によっては「基準的な送信権割り当て」の比例定数 C に関する計算式が規定されず、中央制御局が適切な比例定数 C を自分で計算するような場合もあり得る。このような場合には、中央制御局の送信権付与に関する上記制約条件は「通信局における

未送信MSDU数が、伝送遅延許容時間 T_{delay} よりも小さなある一定時間 (T_{bound}) に入力されるMSDU数で常に制限されるように送信権割り当てを行う」というように表現されているかもしれない。あるいは、中央制御局の送信権付与に関する上記制約条件は「任意の時間 $\{t_0, t_0 + t\}$ に対して、時間 $(t - T_{\text{bound}})$ に入力されるMSDUを送信するために必要なTXOP時間が割り与えられなければならない」というように表現されているかもしれない。

図1には、上記の表現も示している。すなわち、図1は、任意の時刻における送信権付与時間の累積値に対する、基準値からの差に対する制限 ($TXOP_{\text{bound}}$) を主眼に描いた場合と、同じ制限を、送信権付与時間の累積値が任意の値を上回る時刻に対する、基準値からの差に対する制限 (T_{bound}) という観点で描いた場合とを示している。

通信局の送信データに対する伝送遅延許容時間 T_{delay} の値については、あらかじめ中央制御局に設定しておいてもよいし、通信局がデータ伝送を開始する前に中央制御局に伝えるようにしてもよい。

パラメータ C 、 $TXOP_{\text{bound}}$ 、 T_{bound} の値については、このうちの2つのパラメータの値が決定すれば式3により残りのパラメータの値も確定する。これらのパラメータの全てあるいは一部は中央制御局が任意の取り決めにて決めてもよいし、通信局がデータ伝送を開始する前に通信局から希望値を取得し、その値を参考にして決めてもよい。後者であれば、各通信局の希望に沿いやすい。また、通信規約で決めておいてもよい。なお、これらの全てあるいは一部のパラメータは固定値を用いても良い。

通信局から TSP_{EC} などの情報により、通信局が送信の待ち時間と

して許容しうる最大値 (Maximum Service Interval、 T_{max} と記載) の値が中央制御局側で判る場合には、 T_{max} そのものか、あるいは T_{max} の関数値として T_{bound} もしくは $T_{XOP\ bound}$ の値を決定してもよい。

上記中央制御局は、 T_{bound} もしくは $T_{XOP\ bound}$ の具体的な値を、
5 通信局側からの「Normal ACKを使用するか、Group ACKを使用するか、に関する情報」に応じて決めてもよい。

上記の制約条件を満足するスケジュールが発見できない場合、その伝送を全く拒絶してしまってもよいし、 T_{bound} もしくは $T_{XOP\ bound}$ を大きくしてもいいかを通信局に尋ね、通信局が承諾すれば、 T_{bound}
10 もしくは $T_{XOP\ bound}$ を大きくして再度スケジュールを試みるようにしてもよい。

上記構成は、IEEE Std 802.11e/D3.3 2002に準拠する通信方法を用いるようにしてもよい。

送信形態としては、ノーマル伝送 (受信側からの受信確認情報としては、Normal ACKを使用する) でもよいし、バースト伝送 (受信側からの受信確認情報としては、Group ACKを使用する) でもよい。
15

これにより、中央制御局のスケジューリングの柔軟性を残しつつ、通信局に対して割り当てる送信権付与時間の満たすべき最低条件を該通信局に対して的確に示すことができる。このことは、通信局が特にバースト伝送の仕組みを用いて通信を行う際に、通信局が所望のパケット損失率を達成するための最大バースト長の計算を行うことを可能にする。それゆえ、通信局が所望のパケット損失率を達成することを可能にする。
20

また、本発明に係る通信管理方法は、中央制御局が、データ送信を行

う通信局からデータ受信を行う通信局へのデータ送信タイミングを規定することによって各時刻に1つの通信局にのみ送信権としてデータ送信を許可するスケジューリングを行う通信管理方法において、基準的な送信権割り当てにより上記中央制御局から上記データ送信を行う通信局に
5 対して割り当てられる平均送信権付与時間率を C とし、通信局が送信しようとする伝送データの最大遅延許容時間を T_{delay} とし、

式4 : $0 \leq T_{1 \text{ bound}} < T_{\text{delay}}, \quad 0 \leq T_{2 \text{ bound}}$

式5 : $0 < C < 1$

式6 : $T_{XOP \ 1 \text{ bound}} = C \cdot T_{1 \text{ bound}},$

10 $T_{XOP \ 2 \text{ bound}} = C \cdot T_{2 \text{ bound}}$

を満たすパラメータ C 、 $T_{XOP \ 1 \text{ bound}}$ 、 $T_{XOP \ 2 \text{ bound}}$ 、 $T_{1 \text{ bound}}$ 、 $T_{2 \text{ bound}}$ を用いて、

任意の時刻 t_0 に対して、時間 $\{t_0, t_0+t\}$ の間に実際に付与される送信権付与時間の累積値が常に $C \cdot t - T_{XOP \ 1 \text{ bound}}$ 以上の値となり、かつ、 $C \cdot t + T_{XOP \ 2 \text{ bound}}$ 以下の値となるように送信権付
15 与のスケジューリングを行うことを特徴としている。

上記の構成においては、 $\{C, T_{XOP \ 1 \text{ bound}}, T_{1 \text{ bound}}\}$ による制限はこれまでと同じで、さらに $\{C, T_{XOP \ 2 \text{ bound}}, T_{2 \text{ bound}}\}$ による制限が加わっている。前者が疎なスケジューリングに対する制限とな
20 っているのに対して後者は密なスケジューリングに対する制限となっている。
実際にある通信局に対するスケジューリングが非常に密であってもその通信局の伝送に支障を来すことはないが、特定通信局に対する送信権付与時間に対する上限を設けることで他の通信局が参加するための余裕をより多く空けておくことができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記中央制御局の管理下でデータパケットを送信する通信局は、該データパケットのトラフィック特性に関する情報を事前に上記中央制御局に予約するものとし、上記中央制御局が、上記の基準的な送信権割り当てを決定する際に、各通信局からのトラフィック特性情報を用いることを特徴としている。

上記の構成により、通信局の要望に応じてスケジュールを組むことができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記中央制御局が、上記 T X O P bound もしくは T bound の具体的な値として固定値を用いることを特徴としている。

上記の構成により、簡単な構成でスケジュールを組むことができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記中央制御局は、T X O P bound もしくは T bound の具体的な値を通信局側からの情報に基づいて決定することを特徴としている。

各々のストリーム系アプリケーションごとに、通信路に対して許容可能なパケット損失率が異なる。小さいパケット損失率を要求するストリームに対しては T X O P bound (もしくは T bound) の値は小さく抑えられることが望ましく、パケット損失率が多少大きくても構わないストリームについては T X O P bound (もしくは T bound) の値は大きくなっても構わない。もちろん T X O P bound (もしくは T bound) の値が大きい方がスケジューリングに対する柔軟性を大きく取ることが可能である。

上記の構成により、通信局側から通信路の品質に関する要求仕様の情報が入手可能である場合には T X O P bound (もしくは T bound) の値を

ストリームごとに設定することにより、各ストリームが通信路に対して要求する通信路品質を満たしながら、スケジューリングの柔軟性を最大にすることが可能である。

これにより、上記の構成による効果に加えて、通信局の要望に応じてスケジュールを組むことができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記中央制御局は、TXOP bound もしくは T bound の具体的な値を、通信局側からの「ポーリングして欲しい時間間隔の最大値」 T_{max} の関数として決定することを特徴としている。

現在の T S P E C には「ポーリングして欲しい時間間隔の最大値」を表す Maximum Service Interval (T_{max}) というパラメータが存在する。したがって、たとえば中央制御局が、Maximum Service Interval 時間に付与する平均送信権割り当て時間、すなわち $C \cdot T_{max}$ をもって TXOP bound の値とすることは合理的であると考えられる。また、TXOP bound をちょうど $C \cdot T_{max}$ とする以外にも、 T_{max} を参酌して TXOP bound を決めることができる。同様に、T bound をちょうど T_{max} とする以外にも、 T_{max} を参酌して T bound を決めることができる。

上記の構成により、通信局が中央制御局に対して TXOP bound もしくは T bound の具体的な値を決定するための情報を T S P E C パラメータの数を増やすことなく通知することができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記中央制御局は、TXOP bound もしくは T bound の具体的な値を、通信局側が通信を行おうとする複数のストリームの「ポーリングして欲しい時間間隔の最大値」 T_{max} の中で、最小の値を持つものの関数として決定する

ことを特徴としている。

通信局が複数のストリームを有している場合に、各ストリームはそれぞれ「ポーリングして欲しい時間間隔の最大値」に対する要求を有していると考えられるが、その中で最小の値を持つものの関数としてTXOP bound（もしくはTbound）の値を決定することは理にかなっている。

また上記の構成により、通信局が中央制御局に対してTXOP boundもしくはTboundの具体的な値を決定するための情報をTSPECパラメータの数を増やすことなく通知することができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記中央制御局は、TXOP boundもしくはTboundの具体的な値を、「通信局が送信しようとする伝送データの最大遅延許容時間」Tdelayの関数として決定することを特徴としている。

現在のTSPECには「最大遅延許容時間」を表すDelay Bound（Tdelay）というパラメータが存在する。したがって、たとえば中央制御局が、Delay Bound時間の半分や $1/4$ などに相当する時間に付与する平均送信権割り当て時間、すなわち $C \cdot (Tdelay/2)$ や $C \cdot (Tdelay/4)$ をもってTXOP boundの値とすることは合理的であると考えられる。

また上記の構成により、通信局が中央制御局に対してTXOP boundもしくはTboundの具体的な値を決定するための情報をTSPECパラメータの数を増やすことなく通知することができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記中央制御局は、TXOP boundもしくはTboundの具体的な値を、通信局側が通信を行おうとする複数のストリームの「最大遅延許容時間」Tdelay

の中で、最小の値を持つものの関数として決定することを特徴としている。

5 通信局が複数のストリームを有している場合に、各ストリームはそれぞれ「最大遅延許容時間」に対する要求を有していると考えられるが、その中で最小の値を持つものの関数として T X O P bound（もしくは T bound）の値を決定することは理にかなっている。

また上記の構成により、通信局が中央制御局に対して T X O P bound もしくは T bound の具体的な値を決定するための情報を T S P E C パラメータの数を増やすことなく通知することができる。

10 また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、送信形態がバースト伝送であることを特徴としている。

上で述べたように通信局がバースト伝送（G r o u p A C K）を使用して通信を行う場合には受信確認情報が返送される頻度が減るため、各パケットの再送回数を確保するための手段として、本発明に係る中央
15 制御局から通信局への送信権付与に関する制約条件がより重要なものとなる。

これにより、本発明に係る中央制御局から通信局への送信権付与に関する制約条件の恩恵をより深く享受することができる。

20 また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記中央制御局が、T X O P bound もしくは T bound の具体的な値を、通信局側からの「N o r m a l A C Kを使用するか、G r o u p A C Kを使用するか、に関する情報」に依存して決定することを特徴としている。

前に述べた通り G r o u p A C Kを使用する場合には受信確認情報が返送される頻度が減るため、同一のパケットがある回数だけ再送され

るための時間はNormal ACKを使用する場合よりも長くなる。
逆に言えば、通信局がNormal ACKを使用して通信を行う場合
にはTboundの値は伝送遅延許容時間Tdelayに近い値が選ばれても残
りの(Tdelay-Tbound)の時間で十分に必要な再送回数が確保できる
5 可能性が高い。しかし通信局がGroup ACKを使用して通信を行
う場合にはTboundの値を小さく取って(Tdelay-Tbound)の時間を
大きくしてやらなければ、その時間の間に十分に必要な再送回数が確保
できない可能性が高い。以上の理由により中央制御局は、通信局がNo
rmal ACKを使用して伝送を行うか、Group ACKを使用
10 して伝送を行うか、の情報に依存して、TXOPboundもしくはTbound
の具体的な値を決定することが望ましい。

上記の構成により、通信局のACK伝送形態に適したTXOPbound
もしくはTboundの値を決定することができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記中央制御局が、上記の計算
15 に基づいて新規ストリームの受け入れ可否判定を行うことを特徴として
いる。

すなわち、中央制御局が既に幾つかのストリームのポーリングを行っ
ている状態において、通信局側から新規ストリームに対するポーリング
要求を受信した場合には、それら全てのストリームの各々に対して上記
20 の計算に基づいた送信権割り当てが可能と判定される場合には新規スト
リームのポーリング要求を受け入れ、送信権割り当てが不可能と判定さ
れる場合には新規ストリームのポーリング要求を拒絶する。

上記の構成により、新規ストリームに対する受け入れ判定を適切に行
うことができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の通信管理方法を規定した通信ネットワークにおいて、中央制御局が通信局への送信権付与に関して上記規定を満足していないと通信局側で判断される場合に、「中央制御局の送信権付与が最低条件を満たしていない」、もしくは、「中央制御局が原因でストリームデータの転送に支障を来たしている」という旨を通信局がユーザーに通知することを特徴としている。

ここで考えている通信形態では、中央制御局・送信局・受信局の3者が相互に関係しているため、受信局において映像乱れが頻繁に発生した場合に、どの局が故障しているのかをユーザーが的確に判断することは困難である。また実際に中央制御局による送信権の割り当てのタイミングが悪いことが原因で受信局において映像乱れが発生した場合でも、ユーザーは直感的に送信局あるいは受信局が故障していると感じてしまう。

上記の構成により、映像乱れが頻発するような状況において、映像乱れが頻発している原因が送信局や受信局にあるのではなく中央制御局にあるということをユーザーに的確に示すことができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記通信局は、通信路のケットエラー率PERとケット損失率PLRとから所望の最大送信回数nを

$$n = \text{ceiling} \{ \log (PLR) / \log (PER) \}$$

として導出し、(伝送遅延許容時間 - TXOP bound / C) で与えられる時間を上記の最大送信回数nで除することで得られる時間Tburstmax以下のある時間を平均バースト出力周期(Tburst)と定義し、Tburstの間に出力する必要のあるケット数をバースト的に送信し、受信局が複数の受信ケットに対する受信確認情報をまとめて通信局に通知する

仕組みを用いて通信を行うことを特徴としている。

Tburst の最大値 (Tburstmax) に対する視覚的導出過程を図 2 に示す。図 2 は、通信局がバースト伝送を行う際のバースト長決定方法を示している。

- 5 本実施形態では、中央制御局のポーリングにより与えられる送信時間のばらつきにより発生するMSDU送信までの待ち時間がTbound = TXOPbound / Cで制限されることが通信規約あるいは通信上の推奨などで規定される。このような場合に、送信局がパケットをバースト的に送信し、複数のパケットに対する受信確認情報を受信局からまとめて返送してもらう仕組みを用いて通信を行う場合には、送信局が受信局に対して受信確認情報の返送要求を行う頻度に関する指針を与えることができる。そして、図 2 に示したTburstmax の算出式により、任意の位相で入力されたMSDUに対してほぼ n 回の最大送信回数を確保することができることになるため、所望のパケット損失率がほぼ達成されることになる。
- 10
- 15

したがって、上記の構成により、パケットをバースト的に送信する場合において所望のパケット損失率をほぼ達成するためのバースト長の最大値を見積もることができる。

- また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記通信局は、通信路のパケットエラー率PERとパケット損失率PLRとから所望の最大送信回数 n を
- 20

$$n = \text{ceiling} \{ \log (PLR) / \log (PER) \}$$

として導出し、(伝送遅延許容時間 - Tbound) で与えられる時間を上記の最大送信回数 n で除することで得られる時間Tburstmax 以下のある

時間を平均バースト出力周期 (Tburst) と定義し、Tburst の間に出力する必要のあるパケット数をバースト的に送信し、受信局が複数の受信パケットに対する受信確認情報をまとめて通信局に通知する仕組みを用いて通信を行うことを特徴としている。

- 5 この場合の Tburst の最大値 (Tburstmax) に対する視覚的導出過程も図 2 に示されている。

したがって、上記の構成により、パケットをバースト的に送信する場合において所望のパケット損失率をほぼ達成するためのバースト長の最大値を見積もることができる。

- 10 また、本発明に係る通信管理方法は、中央制御局が、データ送信を行う通信局からデータ受信を行う通信局へのデータ送信タイミングを規定することによって各時刻に 1 つの通信局にのみ送信権としてデータ送信を許可するスケジューリングを行う通信管理方法において、上記通信局は、通信路のパケットエラー率 P E R とパケット損失率 P L R とから所
15 望の最大送信回数 n を

$$n = \text{ceiling} \{ \log (P L R) / \log (P E R) \}$$

として導出し、伝送遅延許容時間 Tdelay の値を上記の最大送信回数 n で除することで得られる時間以下の時間を、「ポーリングして欲しい時間間隔の最大値」 T max として中央制御局に通知することを特徴としてい
20 る。

ネットワークの通信プロトコル規約上 T X O P bound もしくは T bound の値がいくらになるか判らない場合などは上記の式で近似的な性能を期待せざるを得ない。

上記の構成により、任意の位相で伝送遅延許容時間を考えた場合に、

その時間内に必ず n 回のポーリングが含まれることになる。各ポーリングにより与えられる送信時間のばらつきが大きくない場合には、任意の位相で入力された MSDU に対してほぼ n 回の最大送信回数が確保されることになるので、所望のパケット損失率がほぼ達成されることが期待できる。

したがって、上記の構成により、通信規約上 TXOP bound もしくは Tbound の値がいくらになるか判らない場合でも所望のパケット損失率をほぼ達成することができる。

上記通信局は、PER の具体的な値として、自局が実際に過去の通信において計測された値を使用するように構成してもよいし、固定値（典型値）を使用するように構成してもよい。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記のポーリングして欲しい時間間隔の最大値の間に出力する必要のあるパケット数を算出し、それらのパケットをバースト的に送信し、受信局が複数の受信パケットに対する受信確認情報をまとめて通信局に通知する仕組みを用いて通信を行うことを特徴としている。

上で述べたように、各ポーリングにより与えられる送信時間のばらつきが大きくない場合には、任意の位相で入力された MSDU に対してほぼ n 回の最大送信回数が確保されることになる。本構成は、パケットをバースト的に送信し、受信局が複数の受信パケットに対する受信確認情報をまとめて通信局に通知する仕組みを用いて通信を行う場合に、通信局が受信局に対して受信確認情報の返送要求を行う頻度に関する指針を与えるものである。

したがって、上記の構成により、通信規約上 TXOP bound もしくは

T bound の値がいくらになるか判らない場合にパケットをバースト的に送信する場合でも所望のパケット損失率をほぼ達成することができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記通信局が、パケットエラー率 P E R の具体的な値として、通信局側で実際に
5 P E R の計測を行って通知された値を使用することを特徴としている。

したがって、上記の構成により、より実態に沿った形で必要な再送回数の見積もりを行うことができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、上記通信局が、パケットエラー率 P E R の具体的な値として、固定値を使用する
10 ことを特徴としている。

したがって、上記の構成により、簡単な構成で実装することができる。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、特に無線ネットワーク上で本手法を用いることを特徴としている。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、特に電灯
15 線（パワーライン）ネットワーク上で本手法を用いることを特徴としている。

また、本発明に係る通信管理方法は、上記の構成に加えて、 I E E E S t d 8 0 2 . 1 1 e / D 3 . 3 2 0 0 2 に準拠する通信方法を用いることを特徴としている。

20 上記の構成により、本発明に係る通信管理方法を I E E E S t d 8 0 2 . 1 1 e / D 3 . 3 2 0 0 2 に適用させることができる。

また、本発明に係る中央制御局は、上記の通信管理方法により通信を管理することを特徴としている。

また、本発明に係る通信局は、上記の通信管理方法により通信を行う

ことを特徴としている。

また、本発明に係る通信管理プログラムは、コンピュータに上記の通信管理方法における手順を実行させることを特徴としている。

5 また、本発明に係る通信管理プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、上記の通信管理プログラムを格納したことを特徴としている。

本発明のさらに他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

10

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施形態に係るネットワークシステムにおいて、全ての中央制御局が満足すべき規則を示す図面である。

15 図 2 は、本発明の一実施形態に係るネットワークシステムにおいて、送信局がバースト伝送を行う際のバースト長決定方法を示す図面である。

図 3 は、本発明の一実施形態に係るネットワークシステムにおいて、全ての中央制御局が満足すべき規則を示す図面である。

図 4 は、本発明の一実施形態に係るネットワークシステムにおいて、送信局がバースト伝送を行う際のバースト長決定方法を示す図面である。

20 図 5 は、中央制御局を介した帯域確保の仕組みを示す図面である。

図 6 (a) および図 6 (b) は、受信確認情報の通知に関する仕組みを示す図面である。

図 7 は、物理レートと NDBPS との関係を示す図面である。

図 8 (a) および図 8 (b) は、TXOP 内でのパケット送出方法を

示す図面である。

図 9 は、中央管理局による送信権割り当ての例を示す図面である。

図 10 は、中央管理局による送信権割り当ての例を示す図面である。

5 図 11 は、中央制御局が周期的な送信権割り当てを行う場合の例を示す図面である。

図 12 は、中央制御局が周期的な送信権割り当てを行う場合の例を示す図面である。

図 13 は、中央制御局が周期的な送信権割り当てを行う場合の例を示す図面である。

10 図 14 は、中央制御局が付加的な送信権割り当てを行う場合の例を示す図面である。

図 15 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 1）を示す図面である。

15 図 16 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 2）を示す図面である。

図 17 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 3）を示す図面である。

図 18 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 4）を示す図面である。

20 図 19 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 1）により達成される性能を示す図面である。

図 20 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 2）により達成される性能を示す図面である。

図 21 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 3）に

より達成される性能を示す図面である。

図 2 2 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 4）により達成される性能を示す図面である。

図 2 3 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 1 ～ 4）
5 に対して、T bound と最大伝送遅延時間との関係を示す図面である。

図 2 4 は、中央管理局による具体的な送信権割り当ての例（例 1 ～ 4）
に対して、T bound とパケット損失率との関係を示す図面である。

発明を実施するための最良の形態

10 本発明の実施の一形態について図 1 ないし図 8 に基づいて説明すれば、
以下の通りである。

図 5 ないし図 8 を用いてすでに述べた説明は本実施形態にも当てはまり、その説明はここでは省略する。

15 I E E E S t d 8 0 2 . 1 1 e / D 3 . 3 に対して本発明を応用
した例を示す。たとえば、I E E E S t d 8 0 2 . 1 1 e / D 3 .
3 に対して、本発明のポイントである以下の 2 つのことが定義もしくは
推奨として取り入れられた場合の例を示す。

ポイント 1 .

20 中央制御局 H C からデータ送信を行う通信局に対して割り当てられる
「基準的な送信権割り当て率 C」の値を、T S P E C 情報より以下のよ
うに計算する。ただし本計算において P E R （パケットエラー率）の値
は典型値（I E E E 8 0 2 . 1 1 a の物理層においては 1 0 %）を使用
するものとする。

すなわち、T S P E C パラメータとして、Mean Data Rate (R mean)、

Minimum PHY Rate (R_{PHY_MIN})、Nominal MSDU Size (B_{nom})、Surplus Bandwidth Allowance (A_{surp}) を用いる。

Normal ACKを想定した場合に1パケット送信に必要な時間は

$$5 \quad T_{normal}(B_{nom}, R_{PHY_MIN})$$

であるが、Surplus Bandwidth Allowance の値を考慮した場合には、1パケット送信に必要な平均時間は

$$A_{surp} \cdot T_{normal}(B_{nom}, R_{PHY_MIN})$$

である。

10 パケット再送により余分に必要となる帯域を考慮した場合に実際に1パケット送信に必要な平均時間は、

$$T_{avg} = A_{surp} \cdot T_{normal}(B_{nom}, R_{PHY_MIN}) / (1 - PER)$$

であり、仮に全ての時間が割り当てられたとすると達成可能なデータレートは

$$15 \quad R_1 = B_{nom} / T_{avg}$$

となるため、このストリームに対する平均送信権割り当て時間率を

$$C = R_{mean} / R_1$$

と規定する。

ポイント2.

20 中央制御局HCは、上記の「基準的な送信権割り当て率」により計算される送信権付与時間のある時刻を起点とした累積値から、「実際の送信権割り当て」により割り当てられる送信権付与時間の同時刻からの累積値を差し引いた値が $C \cdot T_{max}$ で常に制限されるように送信権割り当てを行う。ここで、 T_{max} は、後述の通り Maximum Service Interval であ

る。

以上の2つのポイントに基づき、ある通信局が、以下のような要求を持つMPEG2-TS動画（映像）アプリケーションを伝送するために中央制御局に対してポーリングを要求する場合を考える。すなわち、

- 5 アプリケーションのデータレート（固定）： $R(\text{Appli})$
アプリケーションの最大許容遅延時間： $T_{\text{delay}}(\text{Appli})$
アプリケーションのジッタ限界： $T_{\text{jitter}}(\text{Appli})$
アプリケーションに適した送信物理レート： $R_{\text{PHY}}(\text{Appli})$
トラフィックを検出できなかった際に中央制御局が通信路を遮断してよ
10 い最小観測時間： $T_{\text{inact}}(\text{Appli})$
パケット損失率： PLR
である。

- ただし、本通信局では、帯域効率を上げるためにGroup ACK
を使用して通信を行うものと仮定する。また帯域効率を上げるために1
15 パケット中には必ずMPEG2-TS（188バイト）が10個含まれるように伝送を行うものとする。

この場合に通信局が中央制御局に対して設定するTSPECの計算例を以下に示す。すなわち、TSPECパラメータとして、

- Mean Data Rate (R_{mean})、
20 Min Data Rate (R_{min})、
Peak Data Rate (R_{max})、
Maximum Burst Size (B_{burst})、
Inactivity Interval (T_{inact})、
Minimum PHY Rate ($R_{\text{PHY_MIN}}$)、

Delay Bound (T_{delay})、
Nominal MSDU Size (B_{nom})、
Maximum MSDU Size (B_{max})、
Minimum Service Interval (T_{min})、
5 Maximum Service Interval (T_{max})、
Surplus Bandwidth Allowance (A_{surp})
を用いる。

この計算例の内容について以下に述べる。

10 Min/Mean/Peak Data Rate、Inactivity Interval、Minimum PHY Rate
については、そのままアプリケーションの情報を設定するだけでよい。
すなわち、

$R_{\text{mean}} = R_{\text{min}} = R_{\text{max}} = R(\text{Appli})$ 、

$T_{\text{inact}} = T_{\text{inact}}(\text{Appli})$ 、

$R_{\text{PHY_MIN}} = R_{\text{PHY}}(\text{Appli})$

15 とする。

またアプリケーションのレートが固定レートなので、可変レートトラフィック用のパラメータ Max Burst Size は無指定 (0) とする。またパワーセーブ用のパラメータ Minimum Service Interval も無指定 (0) とする。

20 MAC 層に対する伝送遅延許容時間 (Delay Bound) の値は、アプリケーションからの最大伝送遅延時間に関する要求値 $T_{\text{delay}}(\text{Appli})$ とアプリケーションからのジッタ限界に関する要求値 $T_{\text{jitter}}(\text{Appli})$ のどちらの値よりも小さい値となるように設定する。すなわち、

$T_{\text{delay}} \leq \min \{ T_{\text{delay}}(\text{Appli}), T_{\text{jitter}}(\text{Appli}) \}$

とする。

Nominal MSDU Size の値については、1 パケットに含まれるペイロードのビットサイズ (B payload と表記する) が $188 \times 10 \times 8$ ビット固定であるため、この B payload の値に対して LLC 層、上位層のオーバーヘッドを追加した値となる。すなわち、

$$B_{nom} = B_{payload} + (\text{LLC 層} / \text{上位層のオーバーヘッド})$$

とする。

問題になる T S P E C は残りの Maximum Service Interval (T max と表記) と Surplus Bandwidth Allowance (A surp と表記) の 2 つである。

まず T max のほうであるが、基本的に通信局は、T delay よりも小さいどのような値を選んでもよい。一例として、1 つのパケットに対して望まれる最大送信回数を n とするとき、中央制御局に対する T max の初期要求値として

$$T_{max} = T_{delay} / n$$

程度の値を要求することは適切であると考えられる。

ポイント 2 より、T max の値を小さく設定すれば H C はムラの少ないポーリングを行ってくれることを期待することができる。しかし T max の値が小さいストリームほど H C にとってはスケジューリングが困難であるため、小さい T max の値は H C から受け入れ拒否される可能性が大きい。最終的な T max の値は、通信局と H C との間の交渉により決定されることになる。

T max の値が決定すれば平均バースト出力周期 T burst の最大値を導くことができる。まずポイント 2 より $T X O P_{bound} = C \cdot T_{max}$ の関係があると考えられるため、 $T X O P_{bound} / C = T_{max}$ であり、図 2 にお

いて所望の packets 損失率を達成するために必要な平均バースト出力周期 T_{burst} の最大値 $T_{burstmax}$ の値は

$$T_{burstmax} = (T_{delay} - T_{max}) / n$$

となり、また、 n は、

$$n = \text{ceiling} \{ \log(P L R) / \log(P E R) \}$$

と計算される。ここで $\text{ceiling}(x)$ は x を超えない最大の整数を表す。

ただし、上記の計算において、 $P E R$ の値は実際に過去の通信において計測された値を使用しても構わないし、典型的な値 (802.11a の物理層では $P E R = 0.1$ が典型的な値) を使用しても構わない。上記

10 の計算により通信局は、平均バースト出力周期 T_{burst} として、 $T_{burstmax}$ 以下の任意の値を選べば、バースト転送のしくみを使いながら、所望の通信品質を達成できるということが判る。最も帯域効率を良くしたい場合は $T_{burst} = T_{burstmax}$ とすればよい。

15 平均バースト出力周期 T_{burst} が決まれば、バースト長 N を以下のよう
に決めることができる。まず T_{burst} 時間に上位層から入力される $M P E G 2 - T S$ のビット数は

$$R_{mean} \times T_{burst}$$

で与えられる。したがって T_{burst} 時間に出力されるべき平均 packets 数は

$$20 \quad R_{mean} \times T_{burst} / B_{nom}$$

で与えられる。ただし B_{nom} は Nominal MSDU Size を表している。しかし上記の値は再送により余分に送出されなければならない packets 数を考慮に入れていない。再送帯域も考慮すると、 T_{burst} 時間に出力されるべき平均 packets 数 N_{avg} は

$$N_{avg} = R_{mean} \times T_{burst} / B_{nom} / (1 - PER)$$

と見積もることができる。

したがって実際には Group ACK を使用して

$$N = \text{floor} \{ N_{avg} \}$$

- 5 で与えられる数のパケットをバースト伝送すればよいことが判る。ここで floor (x) は x を下回らない最小の整数を表す。

10 以上でバースト長 N が決まれば、前述の計算、すなわち、Group ACK を用いて 1 パケットを伝送するために必要な平均時間の計算が可能になるため、Surplus Bandwidth Allowance (A_{surp}) の値を決定することができる。

15 一方、中央制御局側では、上述のようにして「基準的な送信権割り当て率 C」の値の計算を行い、時間 T の間に割り当てる TXOP 時間の合計が平均的には C・T となるように送信権を付与し、送信権付与時間のある時刻からの累積値の、理想値からの差 (Diff とする) が、C・T_{max} で常に制限される (この条件を通信制御条件と称する) ように送信権割り当てを行えばよい。

20 一般に中央制御局による送信権割り当ては周期的である場合が多い。中央制御局が周期的な送信権割り当てを行う場合の具体的な例を図 11 に示す。この例において、中央制御局が送信権割り当てを行う周期を T_{period} とし、ある通信局に対する基準的な送信権割り当て率が C で与えられているものとする。このとき中央制御局は、この通信局に対して平均的には一周期時間 T_{period} の間に C・T_{period} の送信権を与えることになる。

そこで中央制御局は C・T_{period} の送信権を複数の TXOP に分割し

て Tperiod 内に配置を行い、その配置が上記の通信制御条件を満足するかどうかの検査を行う。通信制御条件は送信権付与時間の任意の時刻からの累積値の、基準値からの不足分が、TXOP bound で常に制限されることを要求しているが、これは以下に示すような方法で容易に確認することができる。

すなわち、中央制御局が $C \cdot Tperiod$ の送信権を図 11 に示すような TXOP 配置に分割した場合には、図に示すように、ある任意の時刻 t_0 を選択して、「基準的な送信権割り当てにより割り当てられる時刻 t_0 からの平均送信権付与時間の累積値」を表す直線 10、および、「実際の送信権割り当てにより割り当てられる送信権付与時間の同時刻 t_0 からの累積値」を表す折れ線 11 を引き、折れ線 11 と直線 10 の差の最大値と最小値を求め、その両者の差が TXOP bound 以下であるかどうかで上記の通信制御条件が満たされているかどうかを判定することが可能である。ただし折れ線 11 と直線 10 の差は、折れ線 11 の値から直線 10 の値を差し引くものとする。したがって差の最大値は 0 以上の値となり、差の最小値は 0 以下の値となる。

図 11 の例では時刻 t_1 において折れ線 11 と直線 10 の差が最大 (Diffmax) となり、時刻 t_2 において差が最小 (Diffmin) となる。よって、 $Diffmax - Diffmin \leq TXOP\ bound$ が成立する場合には上記の通信制御条件が満たされており、成立しない場合には通信制御条件が満たされない、と判定することが可能である。なぜなら累積の起点を時刻 t_1 に取った場合に、送信権付与時間の累積値の理想値からの不足分が最大値 $Diffmax - Diffmin$ を取ることが図より明らかであるからである。時刻 t_1 を起点に取った場合の累積グラフを図 12 に示す。

なお上記の文章から明らかなように、 $\text{Diffmax} - \text{Diffmin}$ の値は、折れ線 1 1 に下接する傾き C の直線 1 2 と折れ線 1 1 に上接する傾き C の直線 1 3 とのグラフ上での Y 軸方向の差と考えることも可能である。

5 なお、2 周期に渡る送信権割り当ての累積グラフを図 1 3 に示す。中央制御局が周期的な送信権付与を行う場合に通信制御条件が満たされているかどうかの判定が、その一周周期分の情報から判定できることは図 1 3 から明らかである。

次に、一時的に通信状況が悪化したときに中央制御局が割り当て得る送信権付与時間のパターンについて考察する。現在のドラフトでは、通信局側で未送信状態で残っている MSDU の数が QoS_Null と呼ばれるパケットなどを介して中央制御局側に適宜報告されることになっている。そして、通信状況が一時的に悪化するなどの原因により、通信局側で未送信 MSDU の数が増加したことを中央制御局が検出できた場合には、中央制御局はその通信局に対して通常よりも多い送信権を付与
10 することがあり得る。中央制御局がある通信局に対して周期的な送信権割り当てを行っている際に、一時的に通常よりも多い送信権を付与する場合の具体例を図 1 4 に示す。中央制御局が通常よりも多い送信権を一時的に付与している場合にも通信制御条件は常に満足されていることが
15 図より確認できる。

20 一般的に中央制御局が通信制御条件を満足する送信権割り当てを行っているときに、その送信権割り当てに対して、さらに付加的にどのように送信権割り当てを追加しても通信制御条件は常に満たされる。これは、付加的な送信権割り当てが行われる前の、もとの送信権割り当てが、「任意の時刻 t_0 に対して、時間 $\{t_0, t_0 + t\}$ の間に実際に付与される

送信権付与時間の累積値が常に $C \cdot t - TXOP\ bound$ 以上の値となるように」送信権付与を行っていることを考えれば、その規則を満たす送信権割り当てに対して、さらに付加的な送信権割り当てが行われた後も、同じ規則が常に保たれることは明らかである。

5 図 2 3、図 2 4 はそれぞれ、中央制御局が図 1 5 ～図 1 8 に従って色々な $TXOP$ 割り当て（例 1）～（例 4）を行った場合に、各 $TXOP$ 割り当てによる $Tbound$ の値が実際にいくらになるかの計算を行い、その $Tbound$ の値と最大伝送遅延時間およびパケット損失率の関係がどのようなになるかを示したものである。これらの図から、中央制御局がどのよう
10 うに送信権割り当てを行ったとしても $Tbound$ の値が制限されていれば最大伝送遅延時間やパケット損失率などの性能としてはほぼ同一の品質が保たれていることが確認できる。

 なお前述の実施例においては、 $TXOP\ bound$ ($Tbound$) の値が中央制御局と通信局との間のネゴシエーションで決定される例を示したが、
15 中央制御局が $TSPEC$ パラメータの値を見て $TXOP\ bound$ ($Tbound$) の値を決定する、という通信規定になっていることも考えられる。具体的には中央制御局は $TXOP\ bound$ ($Tbound$) の値を、「ポーリングして欲しい時間間隔の最大値」を表す $TSPEC$ パラメータ T_{max} の関数として決定する、もしくは「通信局が送信しようとする伝送データの最大
20 遅延許容時間」を表す $TSPEC$ パラメータ T_{delay} の関数として決定する、ということが考えられる。通信局が複数のストリームを有している場合には、各ストリームが持つ複数の $TSPEC$ パラメータ中で最小の T_{max} の関数として決定する、もしくは最小の T_{delay} の関数として決定する、ということが考えられる。

上記差 D_{diff} を小さく抑えるための最も簡単な実装方法は、単純に T_{XOP} を均等に割り振るだけでよい。十分に均等に T_{XOP} を割り振っても上記差 D_{diff} を $C \cdot T_{max}$ 以下に抑えられない場合には、中央制御局は、そのストリームの受け入れを拒否するか、 $C \cdot T_{max}$ をもう少し大きな値に変更するように（すなわち、 C および T_{max} の少なくとも一方をもう少し大きな値に変更するように、）通信局に対して交渉するべきである。

しかし上記のように均等に T_{XOP} を割り振る実装では、2 本目、3 本目のストリームの受け入れが困難になる。中央制御局がより多くのストリームを同時に受け入れるようにしたい場合には、各局が要求する全ての上記通信制御条件を満たすような T_{XOP} 割り当てパターンを中央制御局が発見できなければならない。しかしこの問題は一般に NP 困難とされる問題に属するので、基本的には全ての上記通信制御条件を満足する T_{XOP} 割り当てパターンを総当たり方式で検査するしかない。この検査は中央制御局が通信局から $TSPEC$ を受信した段階で行われるべきであり、解が見つからない場合、中央制御局はそのストリームの受け入れを拒否するか、 $C \cdot T_{max}$ をもう少し大きな値に変更するように通信局に対して交渉するべきである。

以上に示したように、送信権付与時間の実際値と基準値との差が、係数 C と最大許容遅延時間との積より小さい一定値 $T_{XOP\ bound}$ で常に制限されるように送信権付与時間を設定する。つまり、送信権付与時間の、各時刻における累積値の実際値に、一定の下限（ $T_{XOP\ bound}$ ）を設ける。これにより、送信局が通信路に対して要求する通信路品質を実現できる。すなわち、特にパケットエラー率の比較的高い通信ネットワ

ークにおいて、中央制御局のスケジューリングに対する柔軟性を残しつつ、中央制御局が送信局に対する送信時間割り当てを決定する際に考慮しなければならない条件、あるいは、送信局がバースト転送を行うためのバースト長決定に対する指針を与えることで、送信局が通信路に対して要求する通信路品質を実現することが可能になる。

なお、上記例ではポイント 1 として C の値の導出に

$$T_{avg} = A_{surp} \cdot T_{normal}(B_{nom}, R_{PHY_MIN}) / (1 - PER)$$

$$R_1 = B_{nom} / T_{avg}$$

$$C = R_{mean} / R_1$$

という通信規定の例を考えた。A_{surp} の代わりに A_{surp}' を用いる場合には

$$T_{avg}' = A_{surp}' \cdot T_{normal}(B_{nom}, R_{PHY_MIN})$$

$$R_1' = B_{nom} / T_{avg}'$$

$$C' = R_{mean} / R_1'$$

という通信規定を考えることになるが、この場合でも全く同様に本発明を応用することが可能である。

なお、上記例では送信権付与時間の、各時刻における累積値の実際値に下限 (TXOP bound) を設けるものであったが、下限と上限の両方を設けることもできる。すなわち、

$$\text{式 4 : } 0 \leq T_1 \text{ bound} < T_{\text{delay}}, \quad 0 \leq T_2 \text{ bound}$$

$$\text{式 5 : } 0 < C < 1$$

$$\text{式 6 : } TXOP_1 \text{ bound} = C \cdot T_1 \text{ bound},$$

$$TXOP_2 \text{ bound} = C \cdot T_2 \text{ bound}$$

を満たす C、TXOP₁ bound、T₁ bound、TXOP₂ bound、T₂ bound

を用いて、任意の時刻 t_0 に対して、時間 $\{t_0, t_0+t\}$ の間に実際に付与される送信権付与時間の累積値が常に下限値 $C \cdot t - TXOP1$ bound 以上の値となり、かつ、上限値 $C \cdot t + TXOP2$ bound 以下の値となるように送信権付与のスケジュールを行えばよい。上限値、下限値

5 はそれぞれ、図 3、図 4 の直線 M、直線 L で表される。

以上説明した通信管理方法は、この通信管理処理を機能させるためのプログラムで実現される。このプログラムはコンピュータで読み取り可能な記録媒体に格納されている。

ここで上記記録媒体は、中央制御局の本体と分離可能に構成される記録媒体であって、磁気テープやカセットテープ等のテープ系、フレキシブルディスクやハードディスク等の磁気ディスクや CD-ROM/MO/MD/DVD 等の光ディスクのディスク系、IC カード（メモリカードを含む）/光カード等のカード系のように、外部記憶装置としてプログラム読み取り装置が設けられ、そこに記録媒体を挿入することで読み

10

15 取り可能な記録媒体であってもよいし、あるいは、マスク ROM、EPROM、EEPROM、フラッシュ ROM 等による半導体メモリを含めた固定的にプログラムを担持する媒体であってもよい。

また、本発明においてはインターネットを含む通信ネットワークと接続可能なシステム構成であることから、通信ネットワークからプログラムをダウンロードするように流動的にプログラムを担持する媒体であってもよい。なお、このように通信ネットワークからプログラムをダウンロードする場合には、そのダウンロード用プログラムは予め中央制御局内に格納しておくか、あるいは別な記録媒体からインストールされるものであってもよい。

20

尚、発明を実施するための最良の形態の項においてなした具体的な実施態様または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する特許請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

産業上の利用の可能性

本発明は、I E E E 8 0 2 . 1 1 に則った無線通信等のように、複数の通信局が1つのネットワーク経路を時分割で共用するネットワークにおける通信に関するものであり、通信機などのような用途に使用可能である。

請 求 の 範 囲

1. 中央制御局が、データ送信を行う通信局からデータ受信を行う通信
局へのデータ送信タイミングを規定することによって各時刻に1つの
5 通信局にのみ送信権としてデータ送信を許可するスケジューリングを
行う通信管理方法において、

基準的な送信権割り当てにより上記中央制御局から上記データ送信
を行う通信局に対して割り当てられる平均送信権付与時間率をCとし、
通信局が送信しようとする伝送データの最大遅延許容時間をT delay
10 とするとき、

$$\text{式 1 : } 0 \leq T_{\text{bound}} < T_{\text{delay}}$$

$$\text{式 2 : } 0 < C < 1$$

$$\text{式 3 : } T_{XOP_{\text{bound}}} = C \cdot T_{\text{bound}}$$

を満たすパラメータC、 $T_{XOP_{\text{bound}}}$ 、 T_{bound} を用いて、
15 任意の時刻 t_0 に対して、時間 $\{t_0, t_0 + t\}$ の間に実際に付与さ
れる送信権付与時間の累積値が常に $C \cdot t - T_{XOP_{\text{bound}}}$ 以上の値と
なるようにスケジューリングを行うことを特徴とする通信管理方法。

2. 中央制御局が、データ送信を行う通信局からデータ受信を行う通信
局へのデータ送信タイミングを規定することによって各時刻に1つの
20 通信局にのみ送信権としてデータ送信を許可するスケジューリングを
行う通信管理方法において、

基準的な送信権割り当てにより上記中央制御局から上記データ送信
を行う通信局に対して割り当てられる平均送信権付与時間率をCとし、
通信局が送信しようとする伝送データの最大遅延許容時間をT delay

とするとき、

式 4 : $0 \leq T_{1\text{ bound}} < T_{\text{delay}}, 0 \leq T_{2\text{ bound}}$

式 5 : $0 < C < 1$

式 6 : $T_{XOP\ 1\text{ bound}} = C \cdot T_{1\text{ bound}},$

5 $T_{XOP\ 2\text{ bound}} = C \cdot T_{2\text{ bound}}$

を満たすパラメータ C 、 $T_{XOP\ 1\text{ bound}}$ 、 $T_{1\text{ bound}}$ 、 $T_{XOP\ 2\text{ bound}}$ 、 $T_{2\text{ bound}}$ を用いて、任意の時刻 t_0 に対して、時間 $\{t_0, t_0 + t\}$ の間に実際に付与される送信権付与時間の累積値が常に $C \cdot t - T_{XOP\ 1\text{ bound}}$ 以上の値となり、かつ、 $C \cdot t + T_{XOP\ 2\text{ bound}}$ 以下の値
10 となるように送信権付与のスケジュールを行うことを特徴とする通信管理方法。

3. 上記中央制御局の管理下でデータパケットを送信する通信局は、該データパケットのトラフィック特性に関する情報を事前に上記中央制御局に予約するものとし、上記中央制御局が、上記の基準的な送信権割り当てを決定する際に、各通信局からのトラフィック特性情報を用いることを特徴とする請求の範囲 1 ないし 2 に記載の通信管理方法。
15

4. 上記中央制御局が、上記 $T_{XOP\text{ bound}}$ もしくは T_{bound} の具体的な値として固定値を用いることを特徴とする請求の範囲 1 ないし 3 に記載の通信管理方法。

5. 上記中央制御局は、 $T_{XOP\text{ bound}}$ もしくは T_{bound} の具体的な値を通信局側からの情報に基づいて決定することを特徴とする請求の範囲 1 ないし 3 に記載の通信管理方法。
20

6. 上記中央制御局は、 $T_{XOP\text{ bound}}$ もしくは T_{bound} の具体的な値を、通信局側からの「ポーリングして欲しい時間間隔の最大値」 T_{max}

の関数として決定することを特徴とする請求の範囲 5 に記載の通信管理方法。

7. 上記中央制御局は、TXOP bound の具体的な値を、特に $C \cdot T_{max}$ として決定することを特徴とする請求の範囲 6 に記載の通信管理方法。

5 8. 上記中央制御局は、T bound の具体的な値を、特に T_{max} として決定することを特徴とする請求の範囲 6 に記載の通信管理方法。

9. 上記中央制御局は、TXOP bound もしくは T bound の具体的な値を、通信局側が通信を行おうとする複数のストリームの「ポーリングして欲しい時間間隔の最大値」 T_{max} の中で、最小の値を持つものの関数として決定することを特徴とする請求の範囲 5 に記載の通信管理方法。

10 10. 上記中央制御局は、TXOP bound もしくは T bound の具体的な値を、「通信局が送信しようとする伝送データの最大遅延許容時間」 T_{delay} の関数として決定することを特徴とする請求の範囲 5 に記載の通信管理方法。

15 11. 上記中央制御局は、TXOP bound もしくは T bound の具体的な値を、通信局側が通信を行おうとする複数のストリームの「通信局が送信しようとする伝送データの最大遅延許容時間」 T_{delay} の中で、最小の値を持つものの関数として決定することを特徴とする請求の範囲 5 に記載の通信管理方法。

20 12. 送信形態がバースト伝送であることを特徴とする請求の範囲 1 ないし 11 に記載の通信管理方法。

13. 上記中央制御局が、TXOP bound もしくは T bound の具体的な値を、通信局側からの「Normal ACK を使用するか、Group ACK を使用するか、に関する情報」に依存して決定することを特

徴とする請求の範囲 5 に記載の通信管理方法。

1 4 . 上記中央制御局が、請求の範囲 1 ないし 1 3 に記載の計算に基づいて新規ストリームの受け入れ可否判定を行うことを特徴とする通信管理方法。

5 1 5 . 請求の範囲 1 ないし 1 4 に記載の通信管理方法を規定した通信ネットワークにおいて、中央制御局が通信局への送信権付与に関して上記規定を満足していないと通信局側で判断される場合に、「中央制御局の送信権付与が最低条件を満たしていない」、もしくは、「中央制御局が原因でストリームデータの転送に支障を来たしている」という旨をユーザーに通知することを特徴とする通信局。

1 6 . 上記中央制御局が請求の範囲 1 ないし 1 5 に記載の通信管理方法を取る場合に、上記通信局は、通信路の packets 誤り率 P E R と packets 損失率 P L R とから所望の最大送信回数 n を

$$n = \text{ceiling} \{ \log (P L R) / \log (P E R) \}$$

15 として導出し、(伝送遅延許容時間 - T X O P bound / C) で与えられる時間を上記の最大送信回数 n で除することで得られる時間 T burstmax 以下のある時間を平均バースト出力周期 (T burst) と定義し、T burst の間に出力する必要のある packets 数をバースト的に送信し、受信局が複数の受信 packets に対する受信確認情報をまとめて通信局に通知する仕組みを用いて通信を行うことを特徴とする通信管理方法。

20 1 7 . 上記中央制御局が請求の範囲 1 ないし 1 5 に記載の通信管理方法を取る場合に、上記通信局は、通信路の packets 誤り率 P E R と packets 損失率 P L R とから所望の最大送信回数 n を

$$n = \text{ceiling} \{ \log (P L R) / \log (P E R) \}$$

として導出し、(伝送遅延許容時間 - T_{bound}) で与えられる時間を上記の最大送信回数 n で除することで得られる時間 $T_{burstmax}$ 以下のある時間を平均バースト出力周期 (T_{burst}) と定義し、 T_{burst} の間に出力する必要のあるパケット数をバースト的に送信し、受信局が複数の受信パケットに対する受信確認情報をまとめて通信局に通知する仕組みを用いて通信を行うことを特徴とする通信管理方法。

18. 中央制御局が、データ送信を行う通信局からデータ受信を行う通信局へのデータ送信タイミングを規定することによって各時刻に1つの通信局にのみ送信権としてデータ送信を許可するスケジューリングを行う通信管理方法において、

上記通信局は、通信路のパケットエラー率 PER とパケット損失率 PLR とから所望の最大送信回数 n を

$$n = \text{ceiling} \{ \log (PLR) / \log (PER) \}$$

として導出し、伝送遅延許容時間 T_{delay} の値を上記の最大送信回数 n で除することで得られる時間以下の時間を、「ポーリングして欲しい時間間隔の最大値」 T_{max} として中央制御局に通知することを特徴とする通信管理方法。

19. 上記通信局は、上記のポーリングして欲しい時間間隔の最大値の間に出力する必要のあるパケット数を算出し、それらのパケットをバースト的に送信し、受信局が複数の受信パケットに対する受信確認情報をまとめて通信局に通知する仕組みを用いて通信を行うことを特徴とする請求の範囲18に記載の通信管理方法。

20. 上記通信局が、パケットエラー率 PER の具体的な値として、通信局側で実際に PER の計測を行って通知された値を使用することを

特徴とする請求の範囲 1 6 ないし 1 9 に記載の通信管理方法。

2 1 . 上記通信局が、パケットエラー率 P E R の具体的な値として、固定値を使用することを特徴とする請求の範囲 1 6 ないし 1 9 に記載の通信管理方法。

5 2 2 . 特に無線ネットワーク上で本手法を用いることを特徴とする請求の範囲 1 ないし 2 1 に記載の通信管理方法。

2 3 . 特に電灯線（パワーライン）ネットワーク上で本手法を用いることを特徴とする請求の範囲 1 ないし 2 1 に記載の通信管理方法。

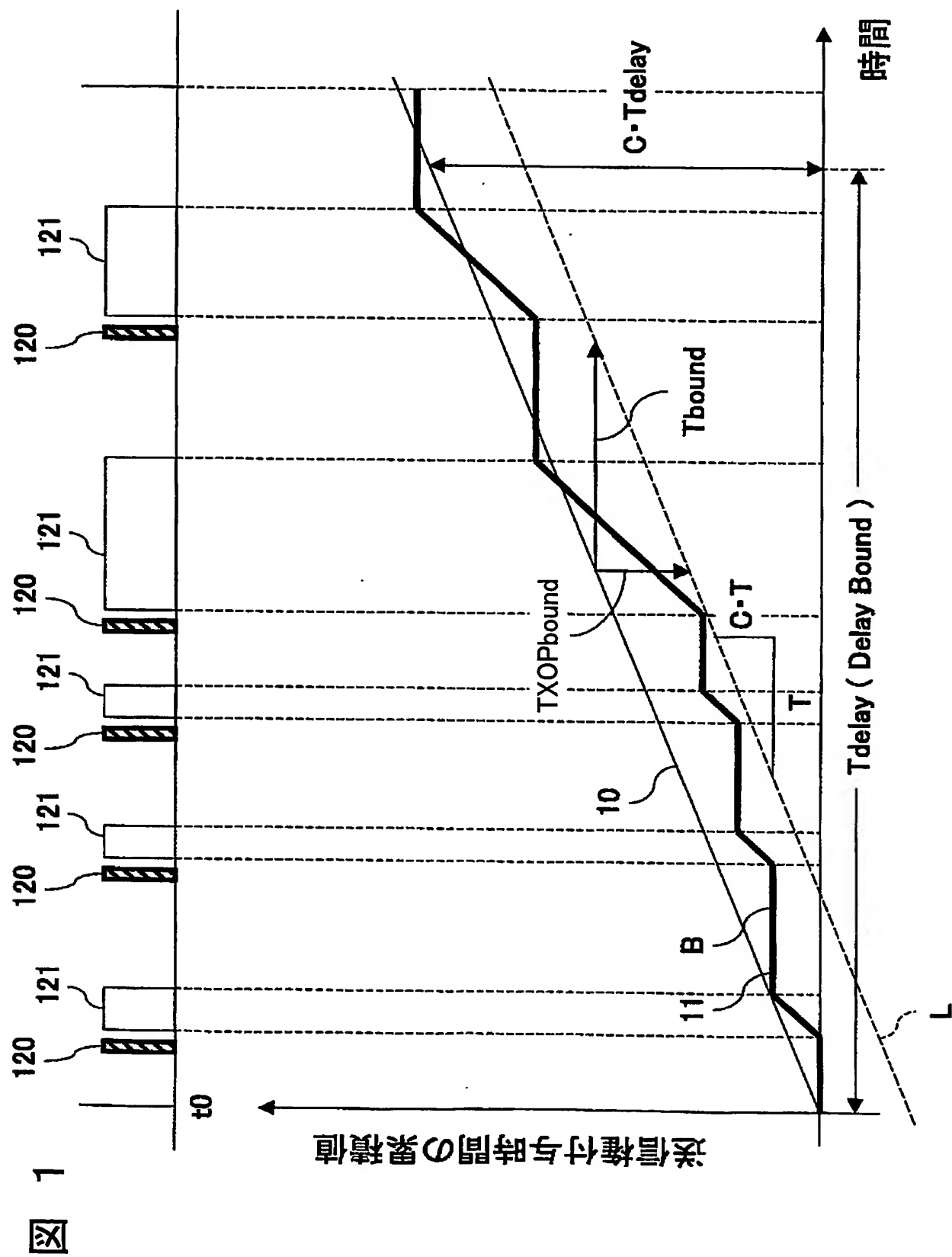
10 2 4 . I E E E S t d 8 0 2 . 1 1 e / D 3 . 3 2 0 0 2 に準拠する通信方法を用いることを特徴とする請求の範囲 1 ないし 2 2 に記載の通信管理方法。

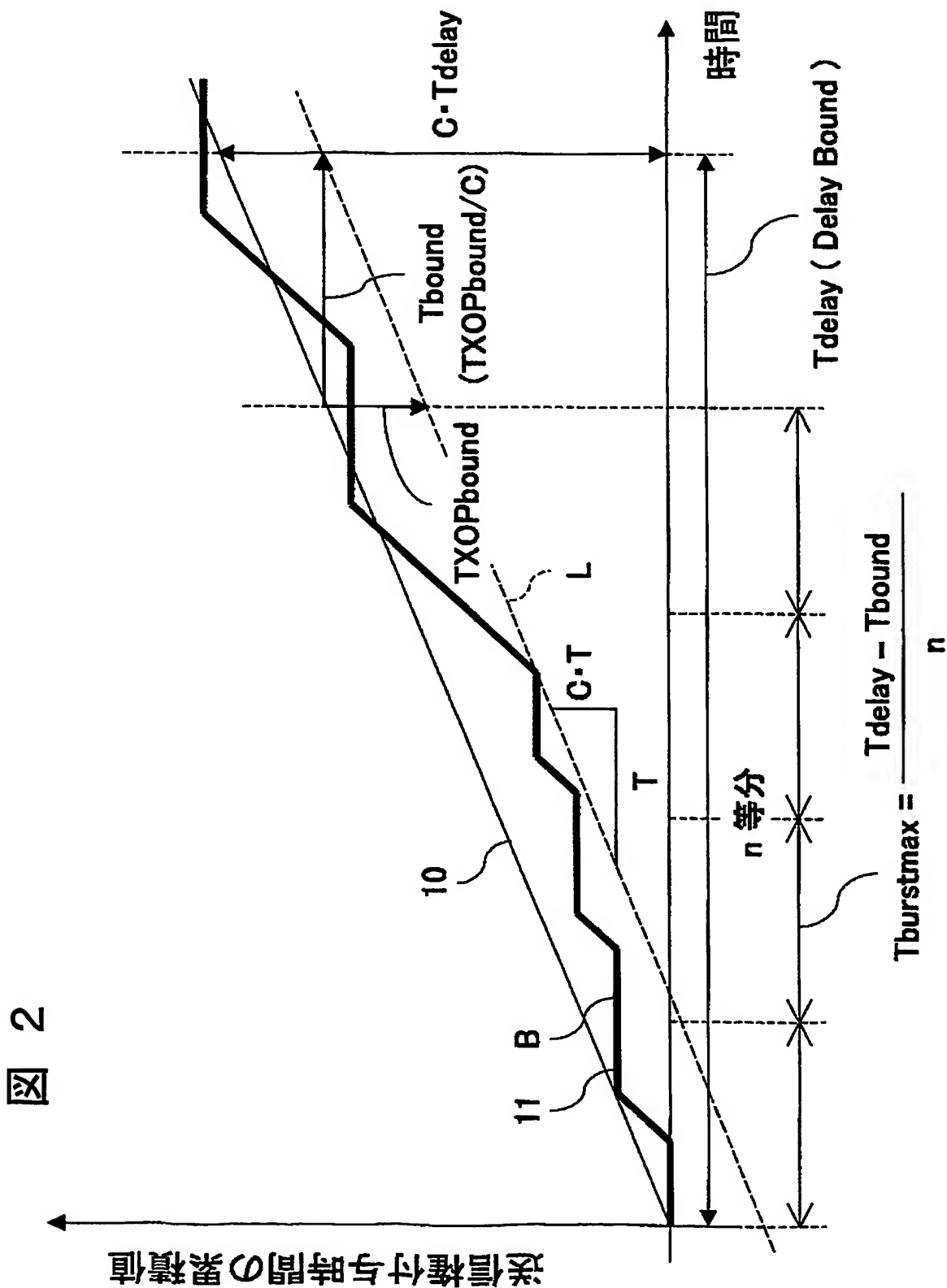
2 5 . 請求の範囲 1 ないし 2 4 のいずれかに記載の通信管理方法により通信を管理することを特徴とする中央制御局。

15 2 6 . 請求の範囲 1 ないし 2 4 のいずれかに記載の通信管理方法により通信を行うことを特徴とする通信局。

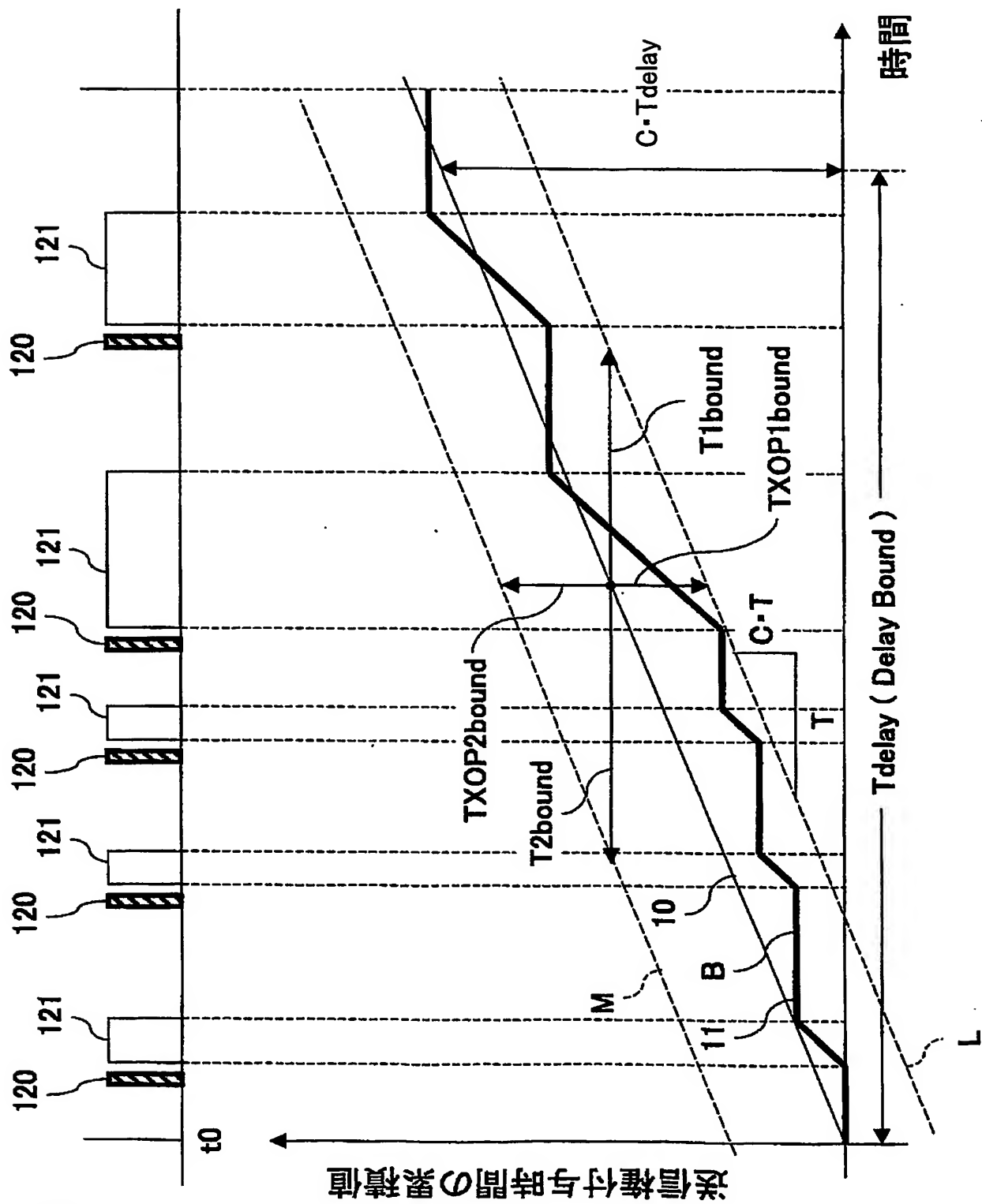
2 7 . コンピュータに請求の範囲 1 ないし 2 4 のいずれかに記載の通信管理方法における手順を実行させることを特徴とする通信管理プログラム。

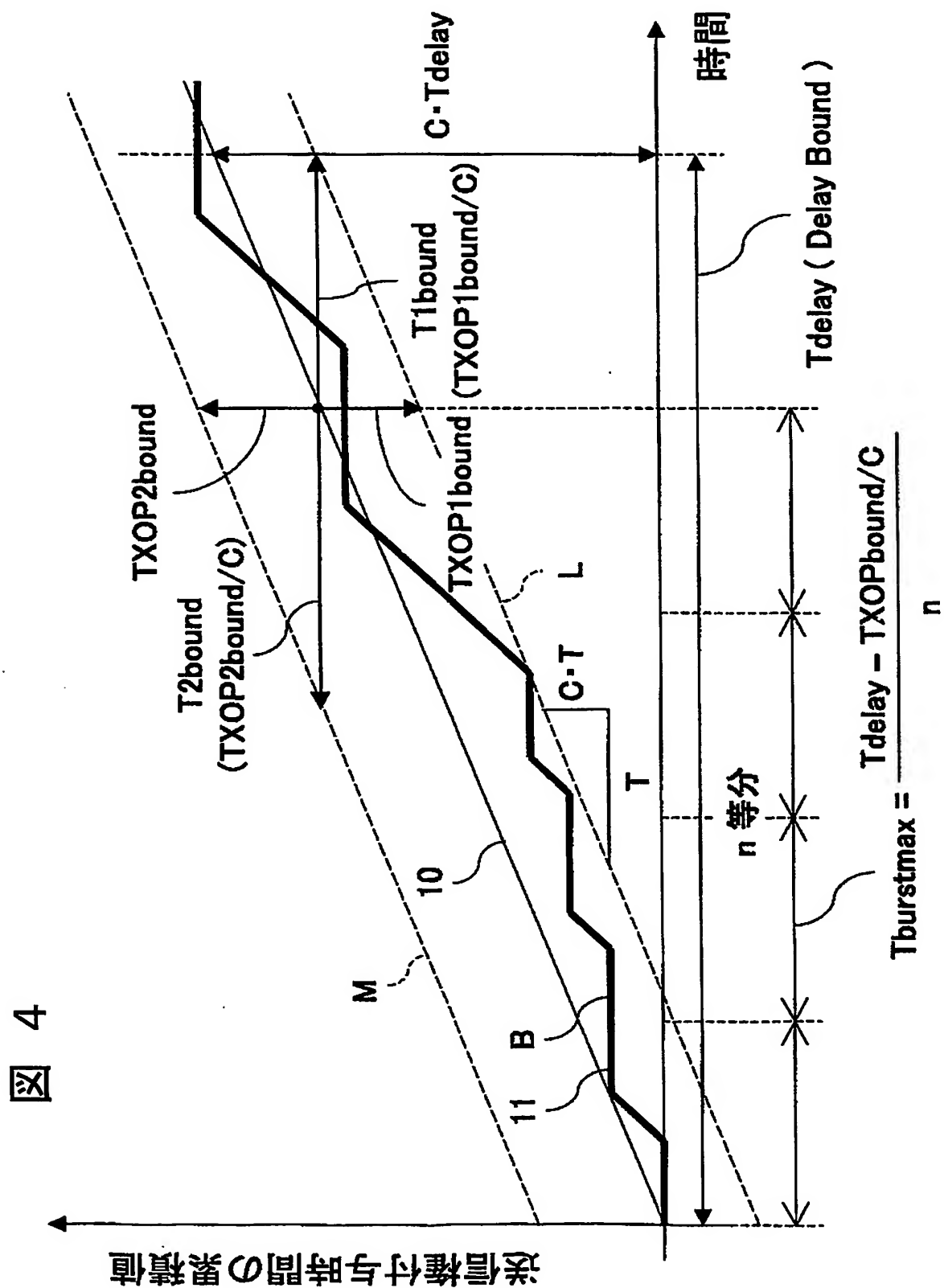
20 2 8 . 請求の範囲 2 7 に記載の通信管理プログラムを格納したことを特徴とする通信管理プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。





3
X





5/24

図 5

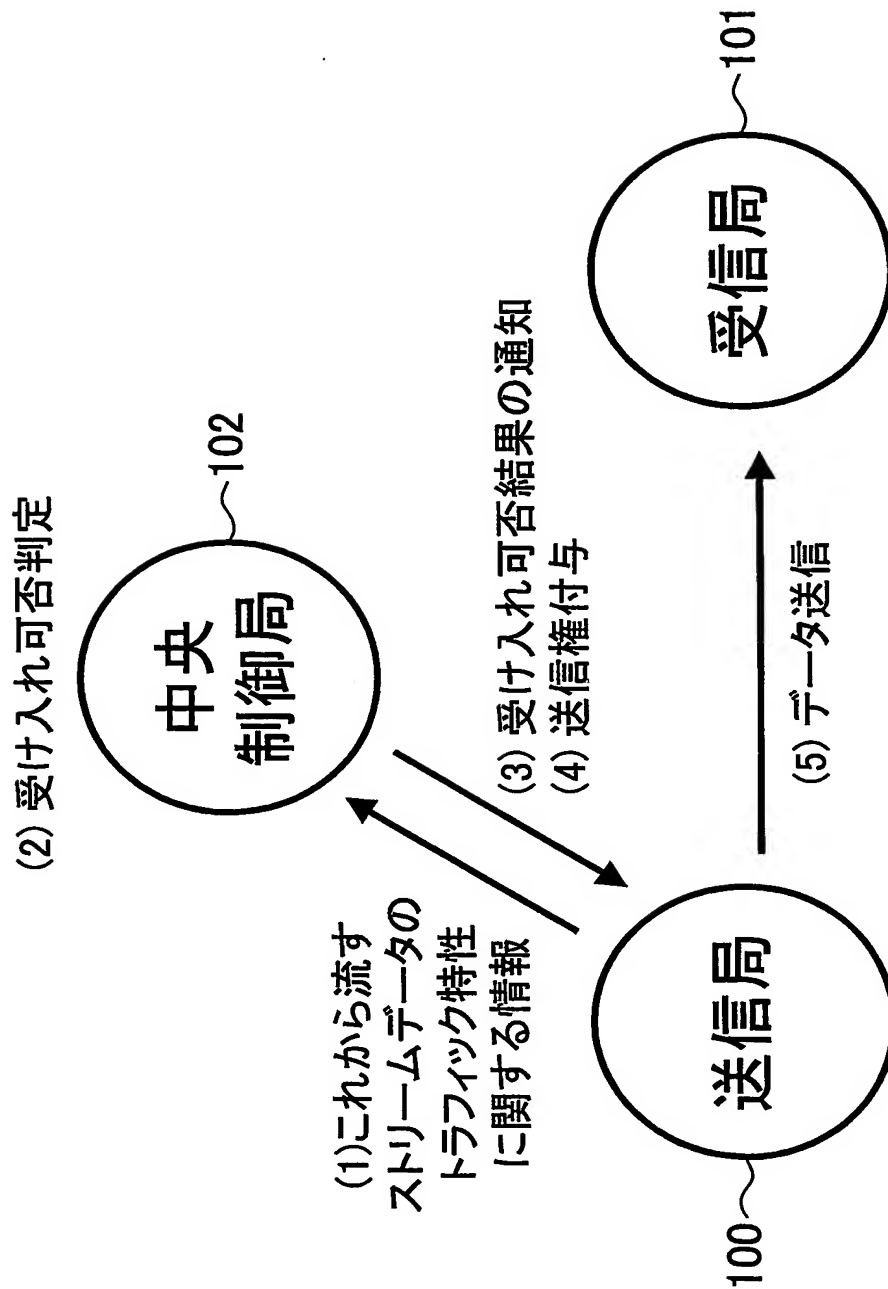


図 6 (a)

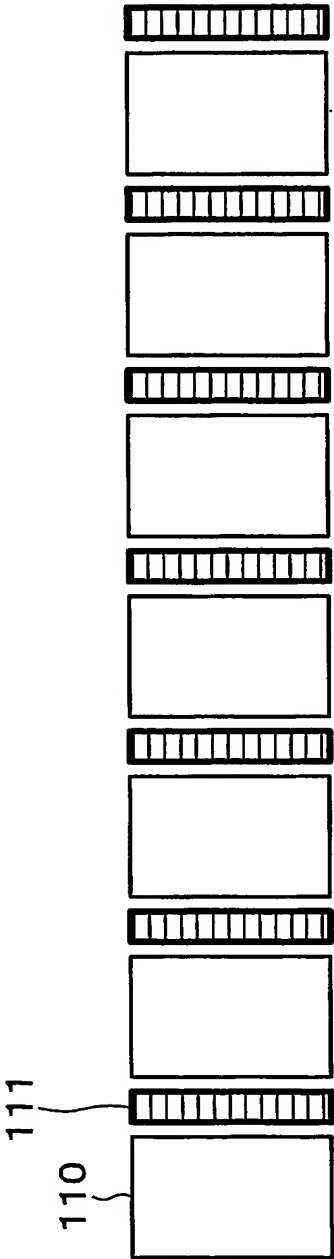
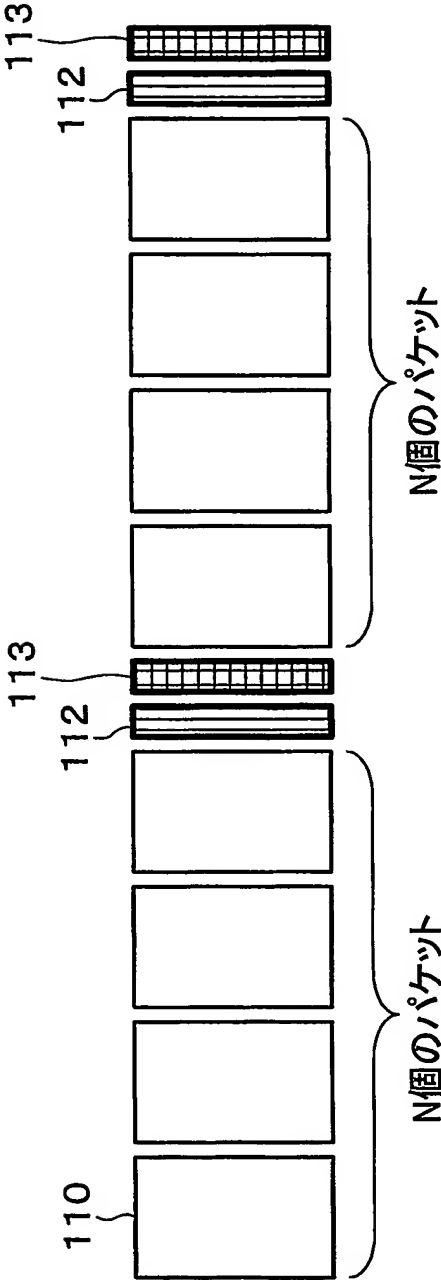


図 6 (b)



7/24

図 7

物理レート RPHY	1シンボルあたりのビット数 NDBPS
6Mbps	24
9Mbps	36
12Mbps	48
18Mbps	72
24Mbps	96
36Mbps	144
48Mbps	192
54Mbps	216

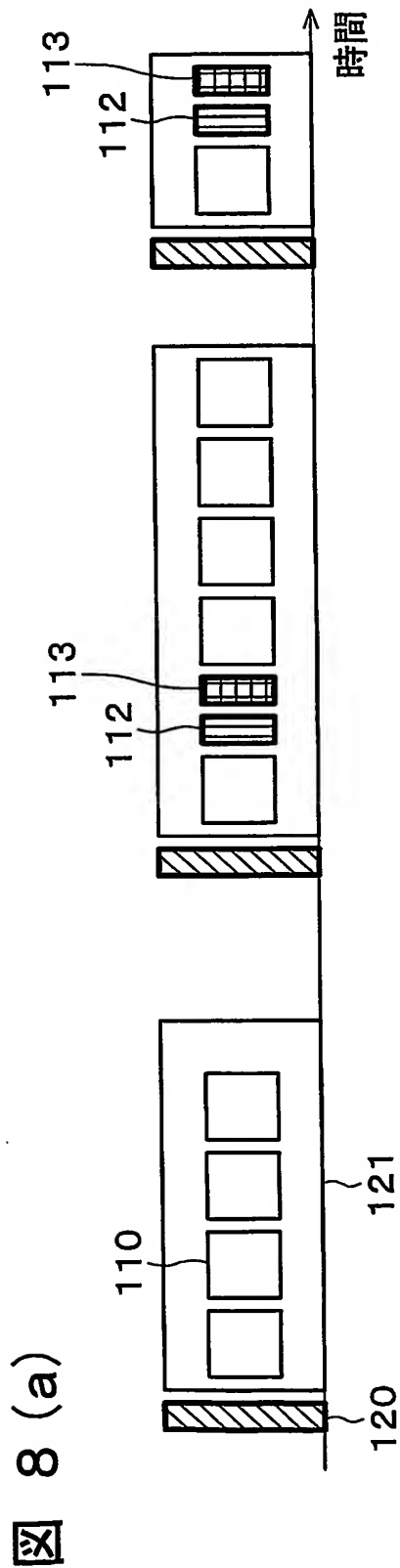
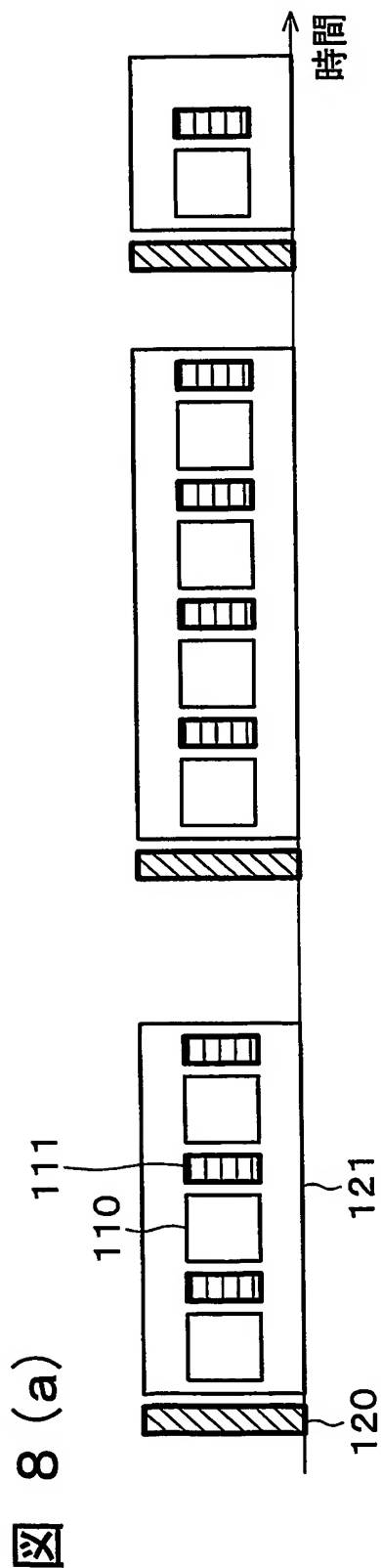
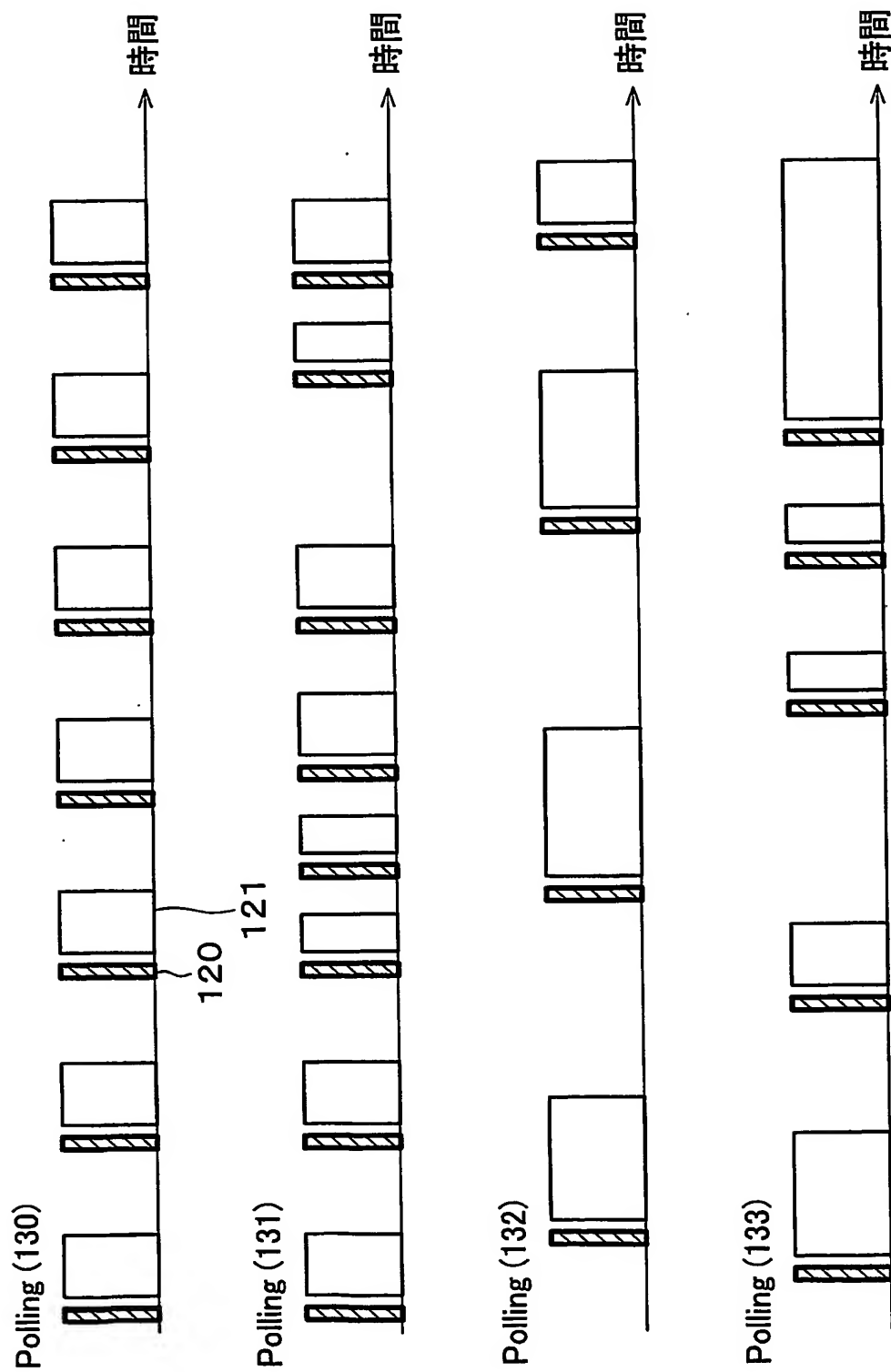
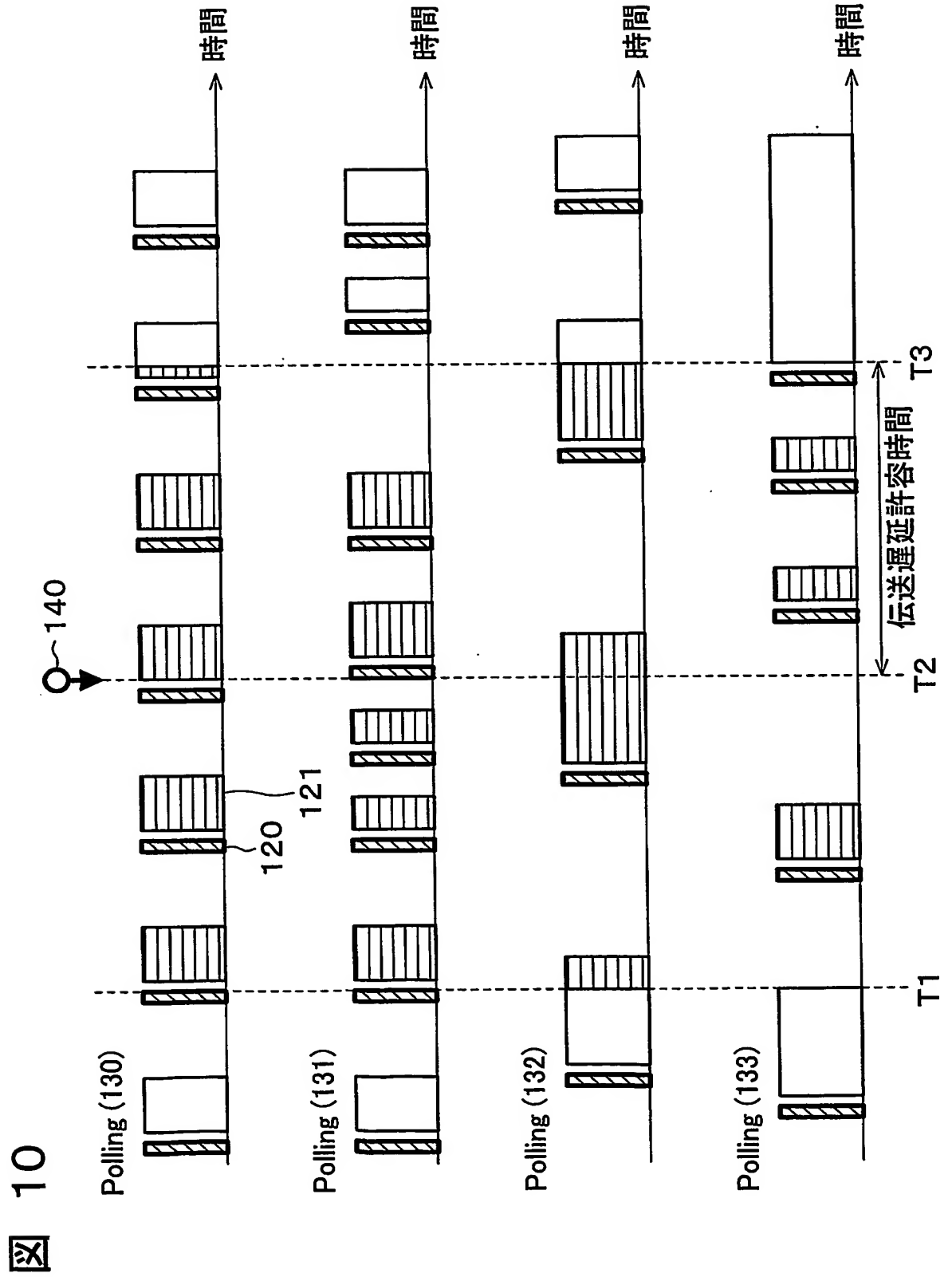
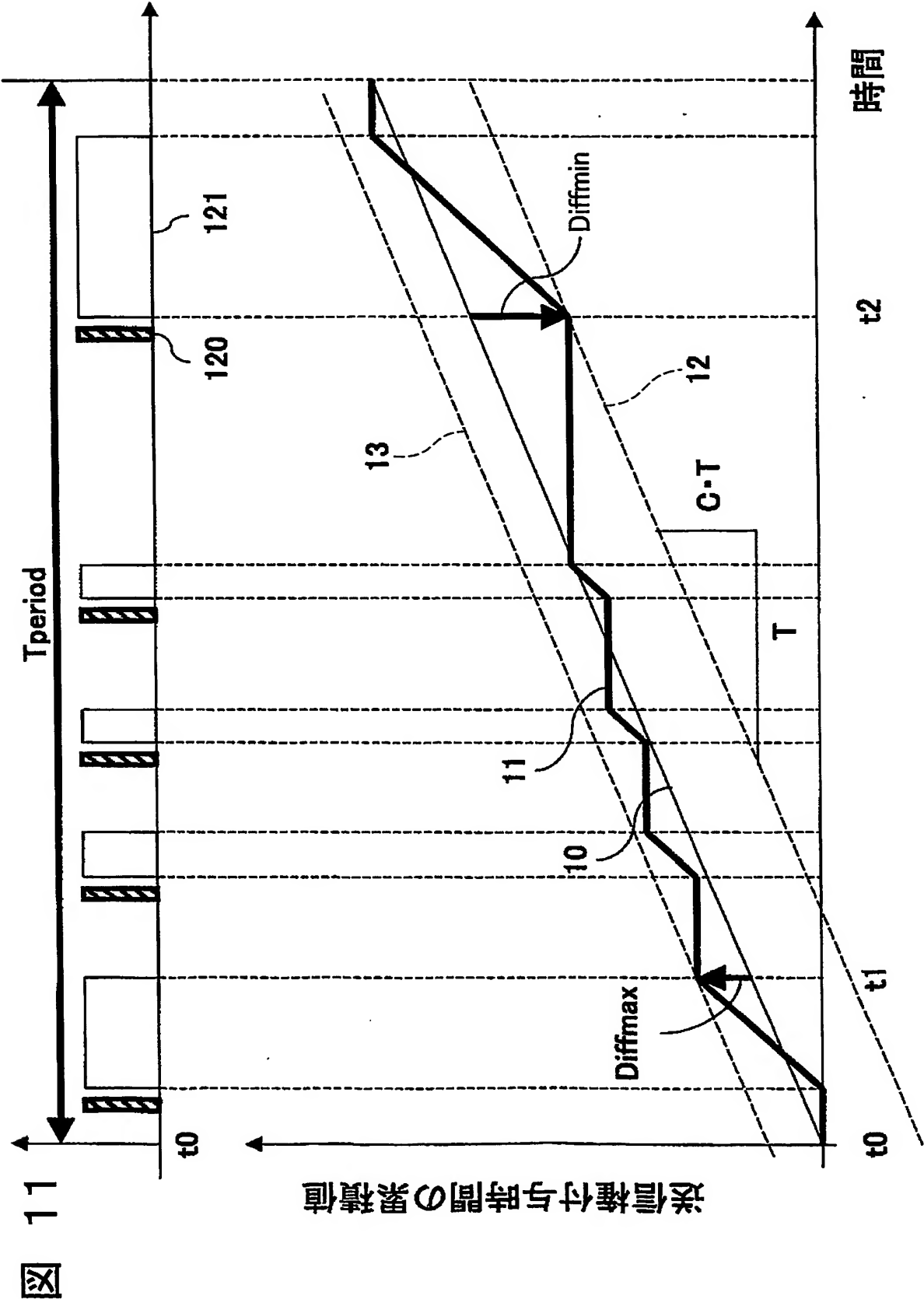
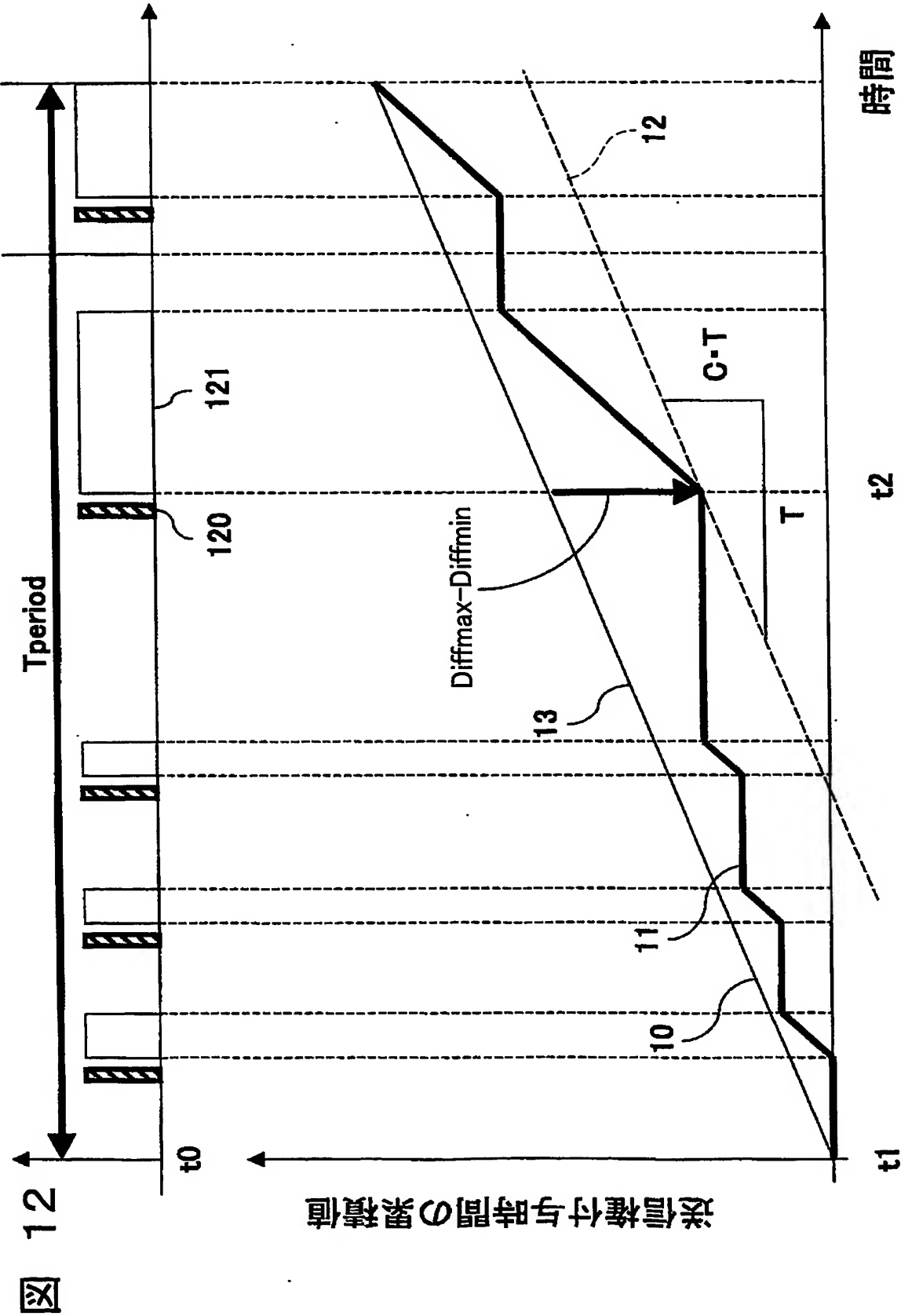


図 9

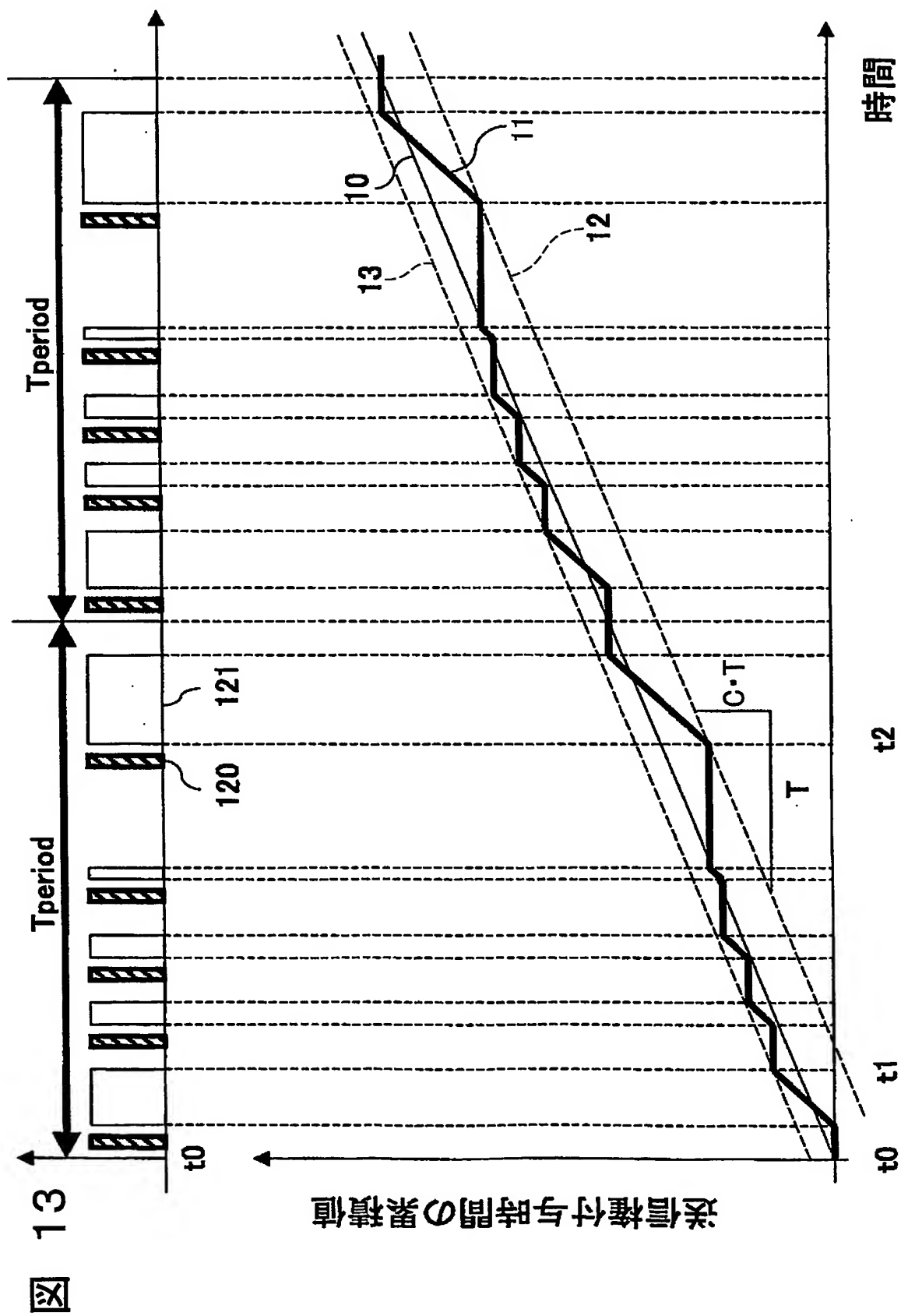








13/24



14/24

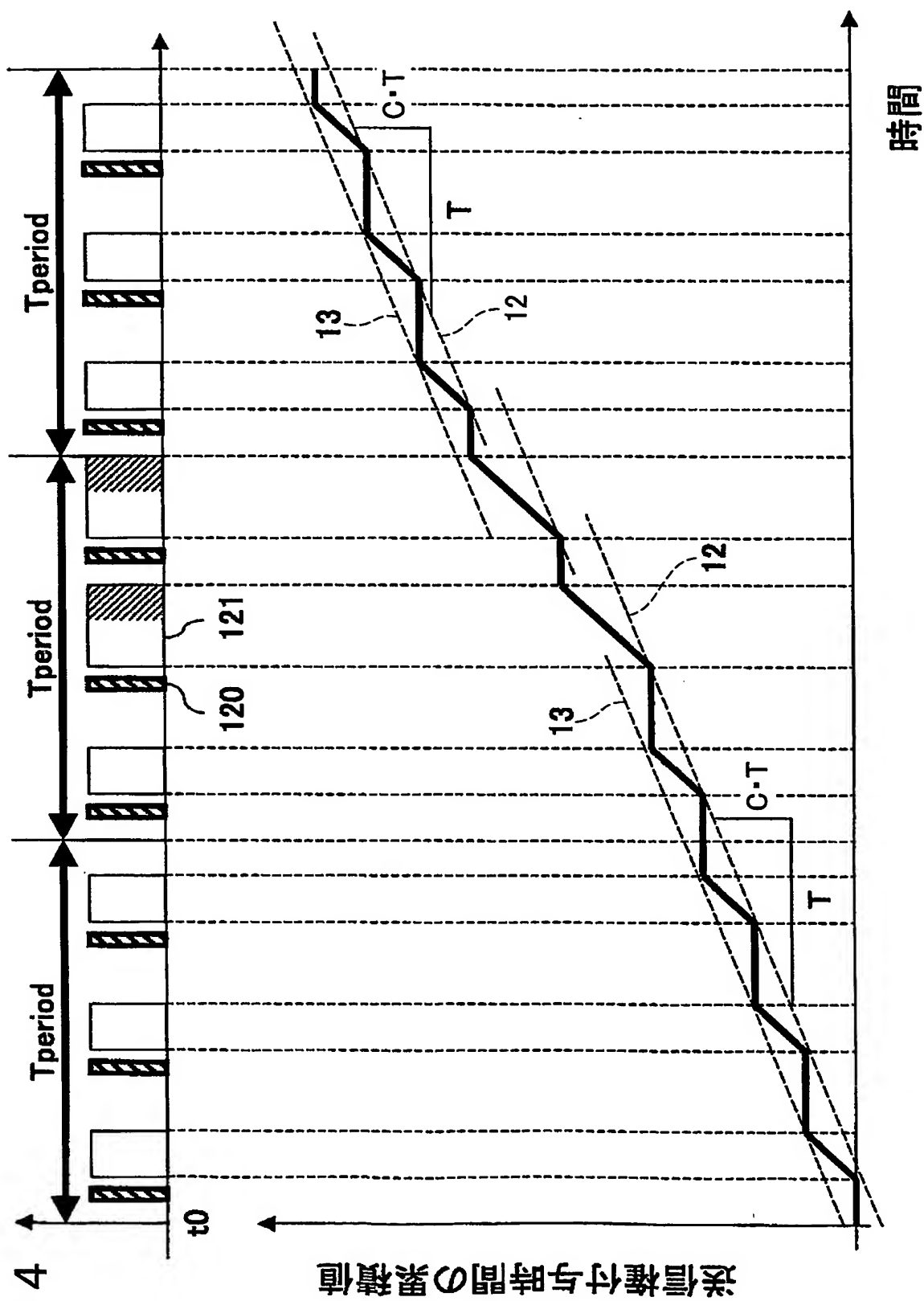
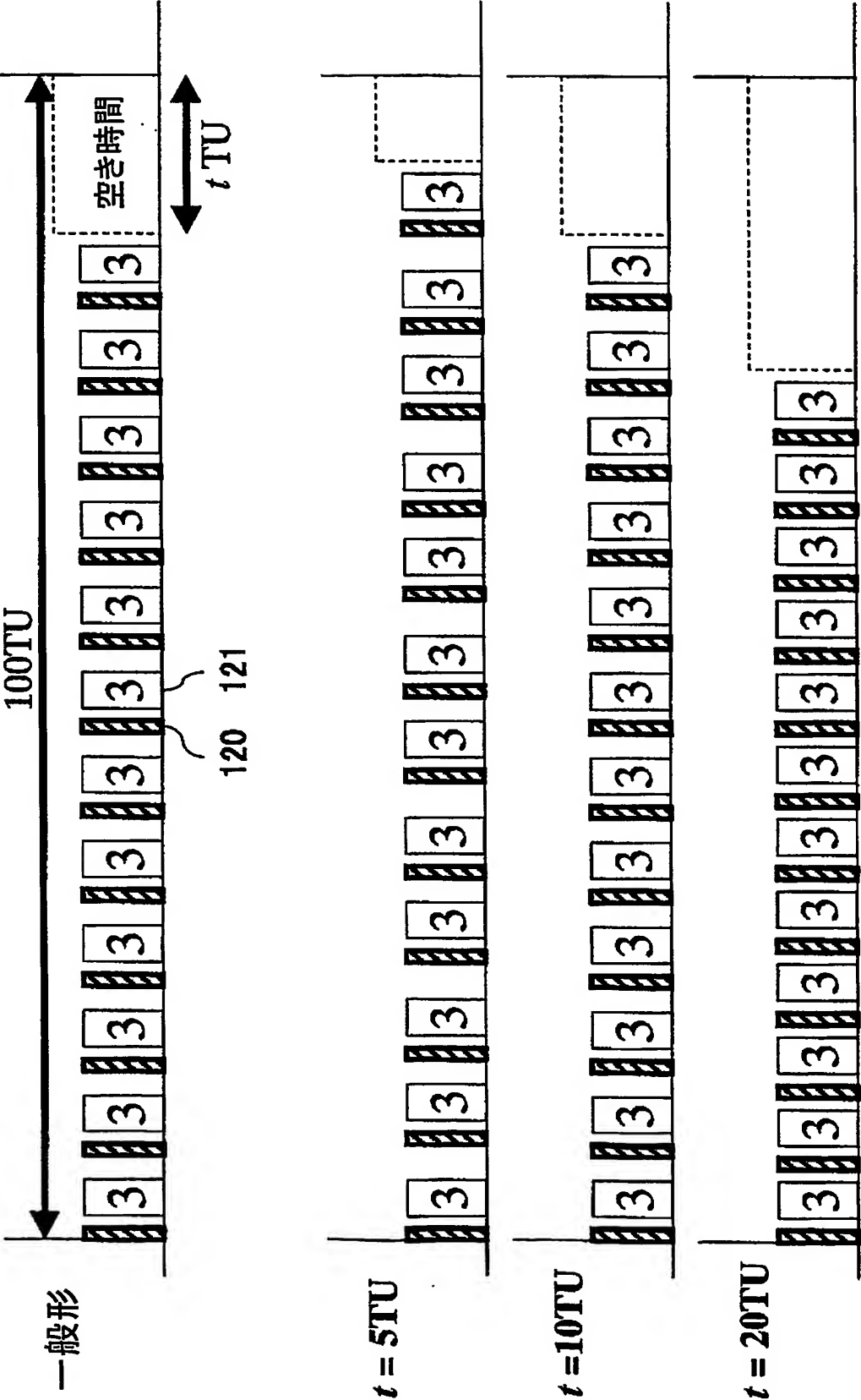
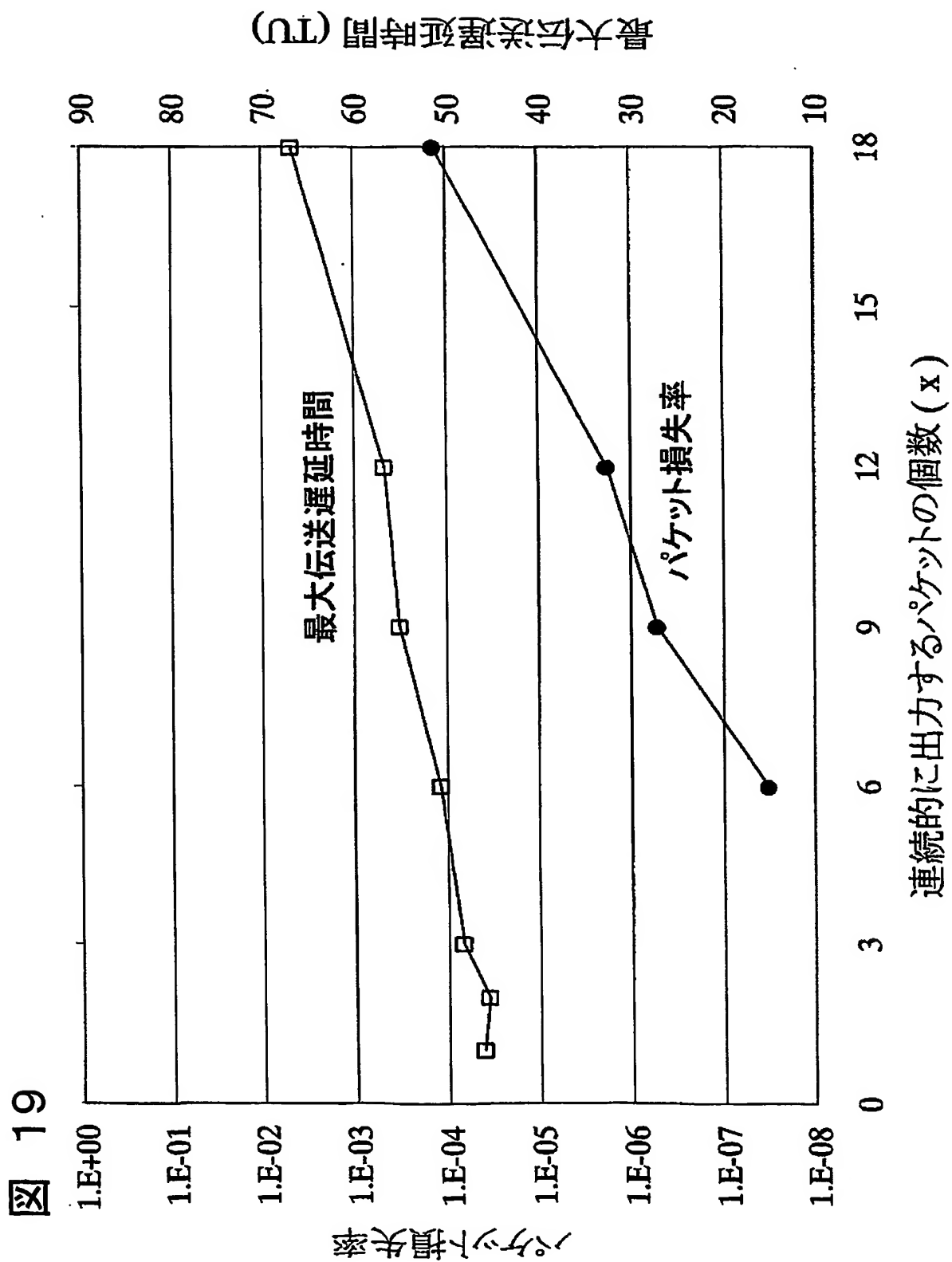
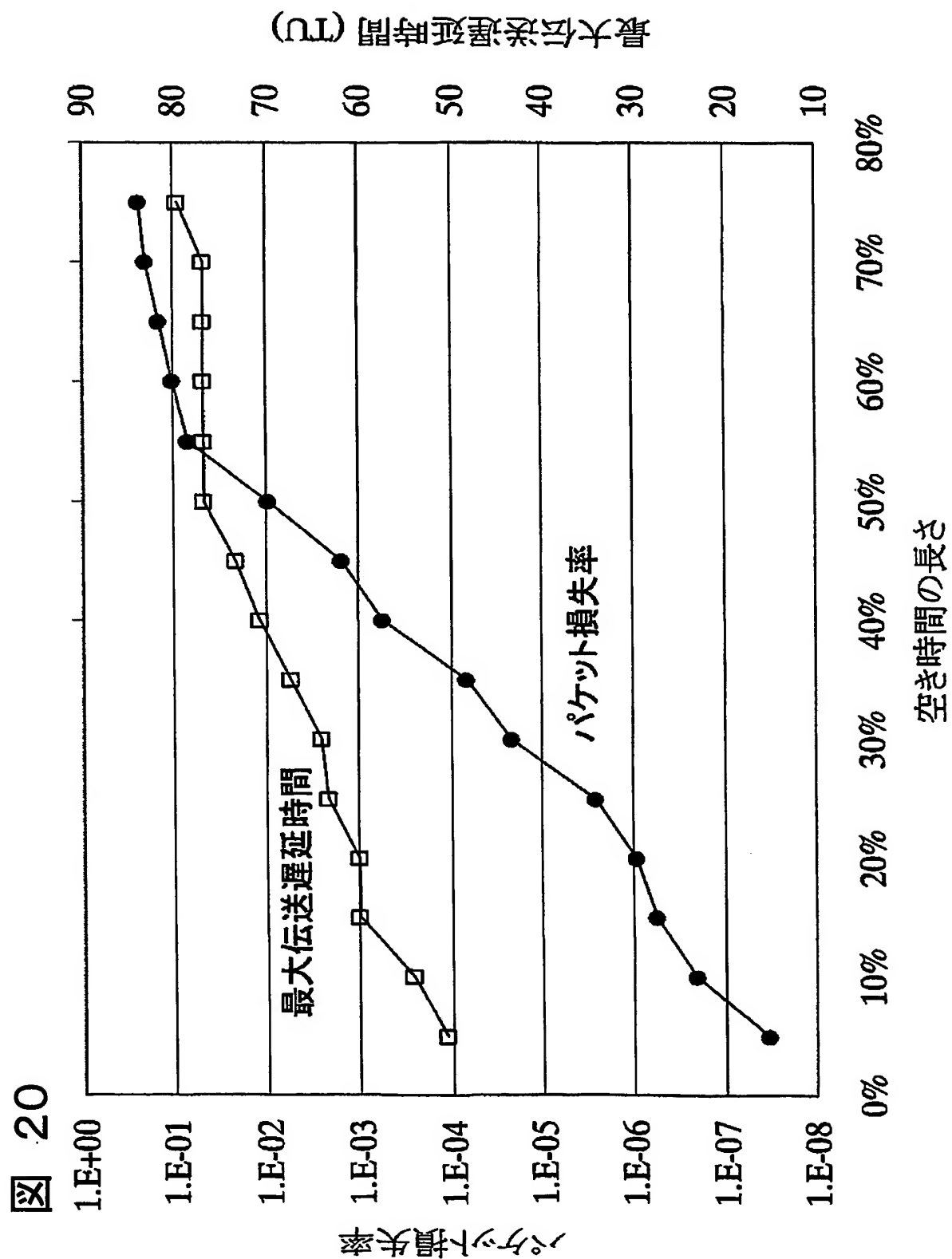


図 14

図 16







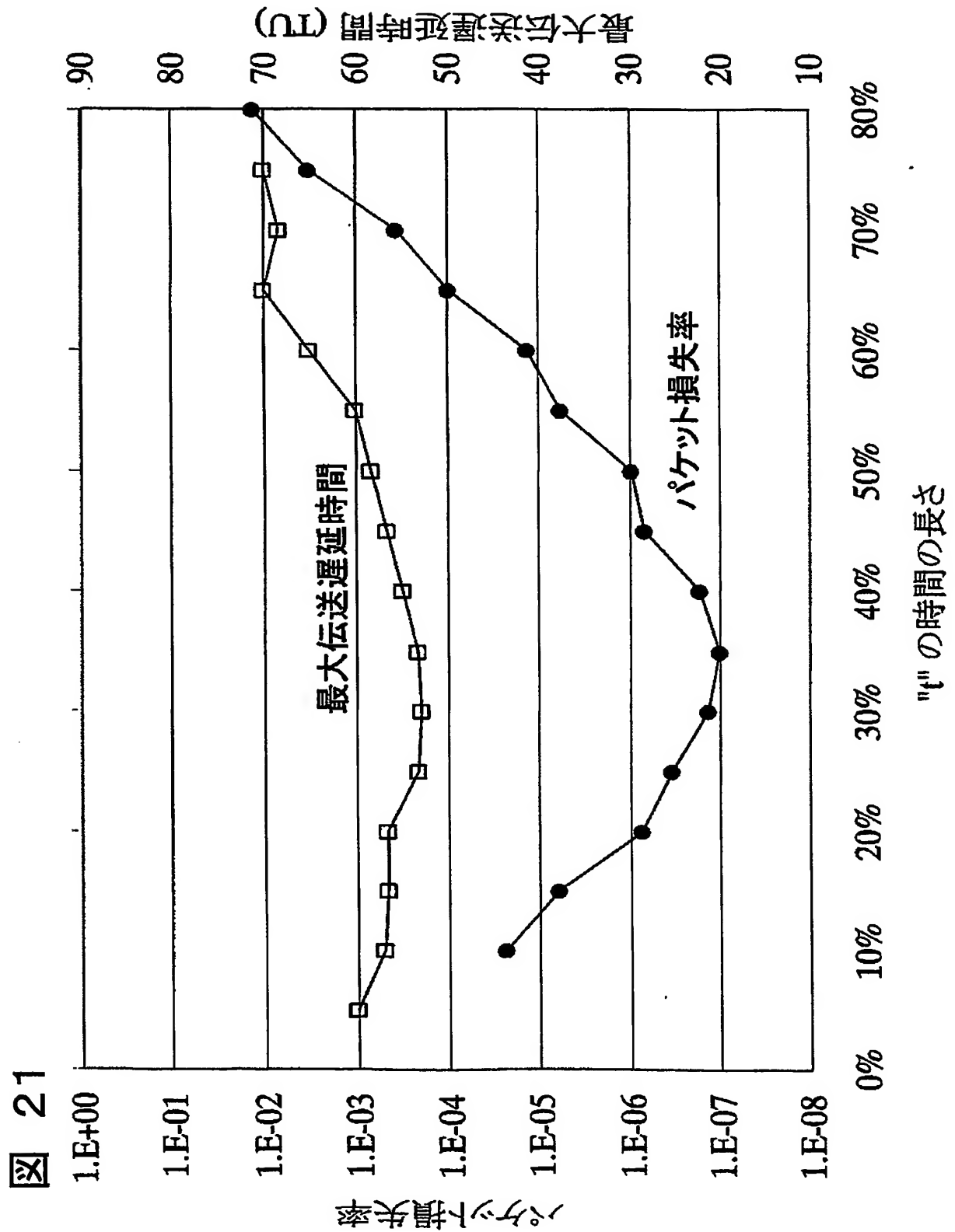
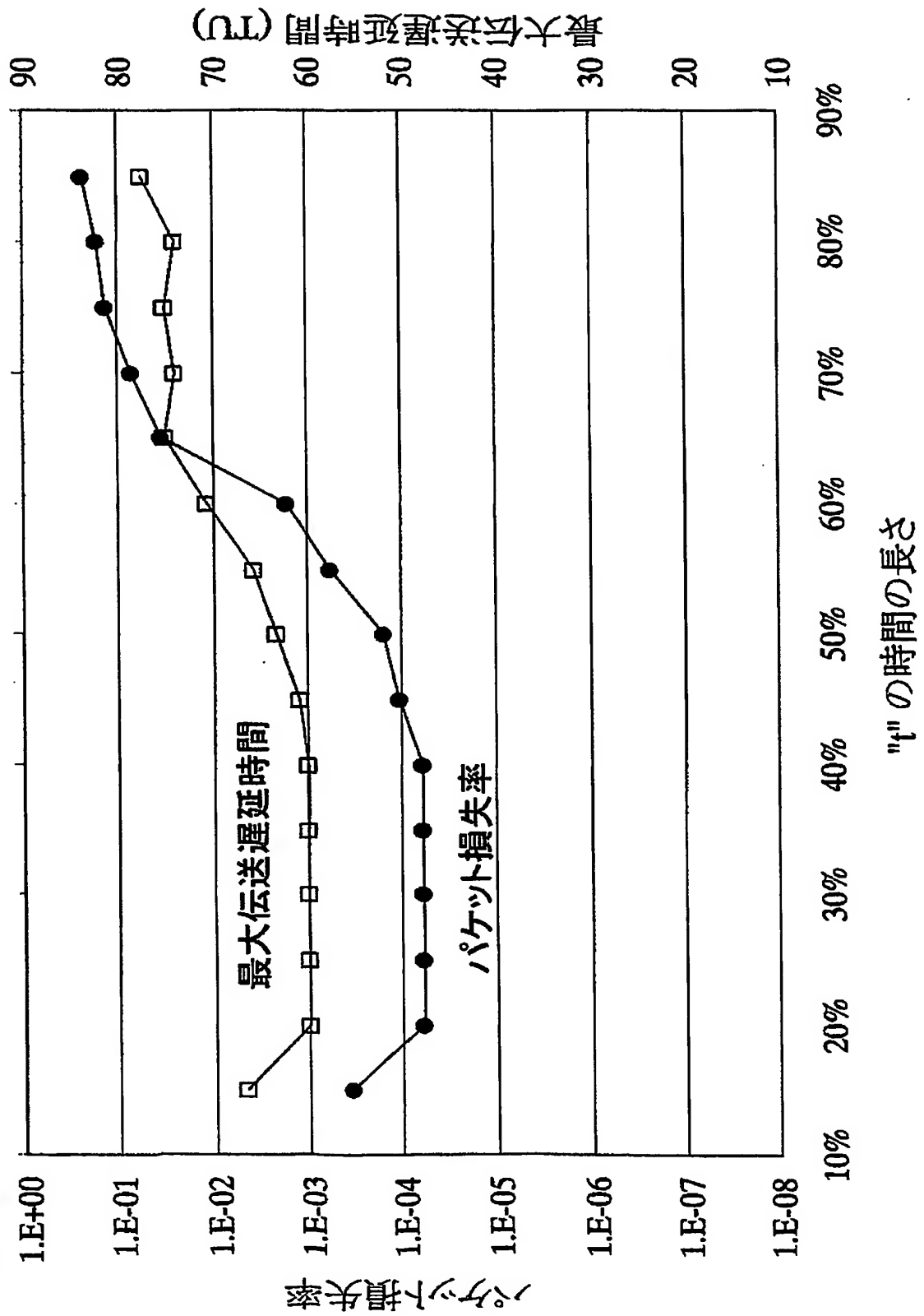
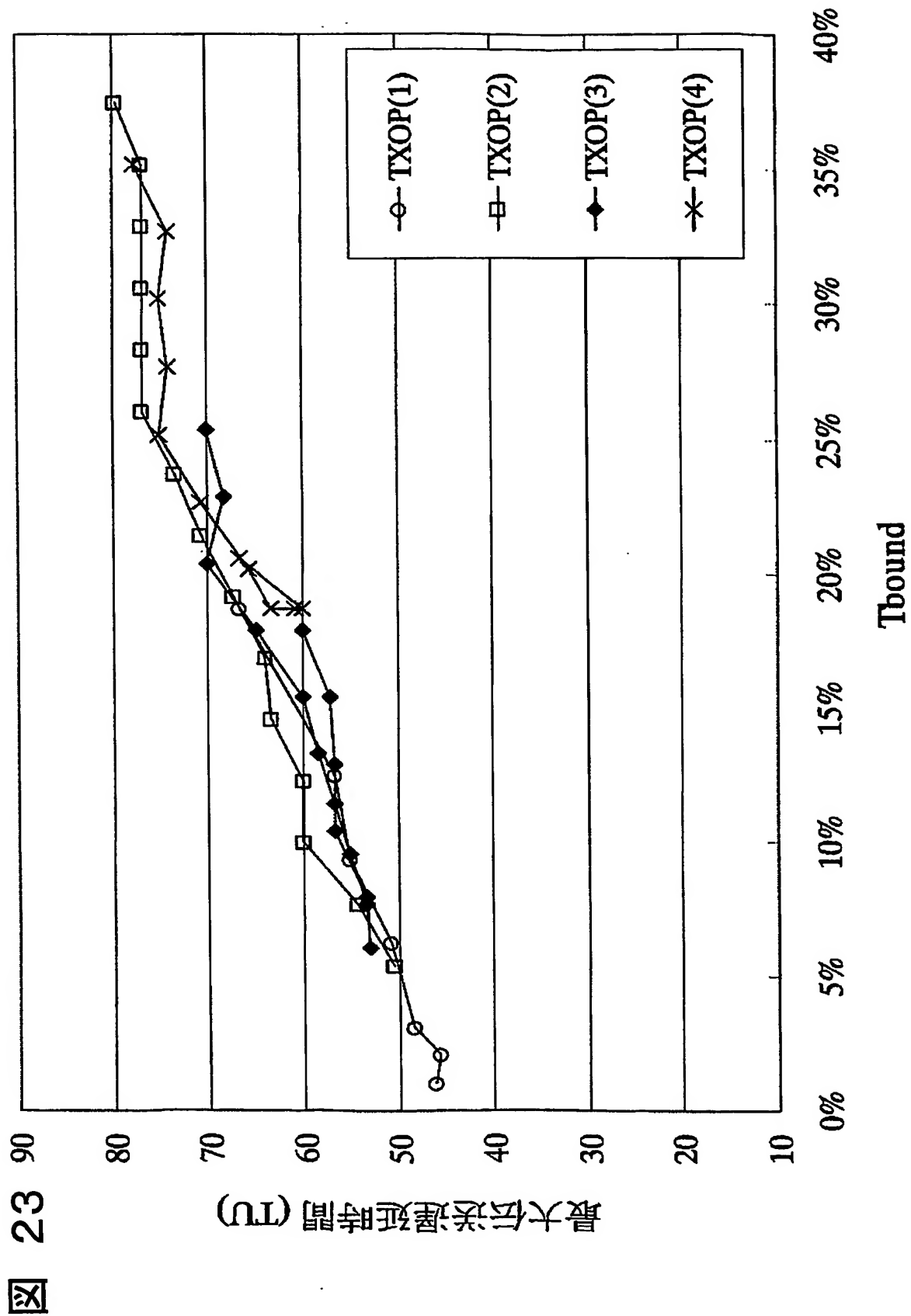
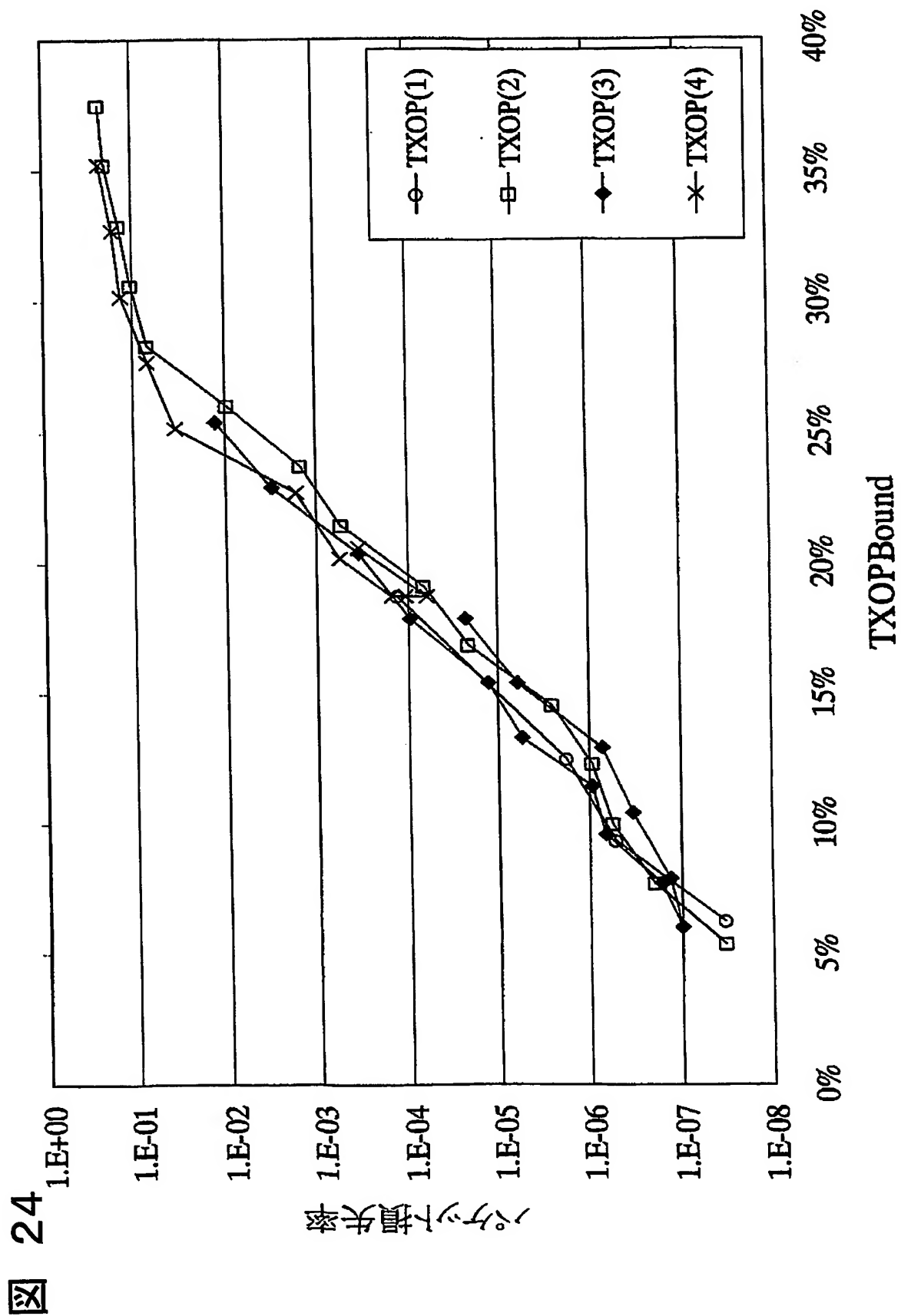


図 22







INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12808

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H04L12/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H04L12/00-12/66, H04B7/24-7/26, H04Q7/00-7/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
IEEE Xplore "TXOP",
DENSHIJOHOTSUSHINGAKKAISOGOTAIKAI, DENSHIJOHOTSUSHINGAKKAITSUSHIN
SOCIETYTAIKAI, DENSHIJOHOTSUSHINGAKKAIGIJUTSUKENKYUHOKOKU CS, NS, IN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1237382 A2 (Texas Instruments Inc.), 04 September, 2002 (04.09.02), Full text; Figs. 1 to 10 & JP 2002-319895 A	1-28
A	JP 6-77963 A (Hitachi, Ltd.), 18 March, 1994 (18.03.94), Full text; Figs. 1 to 26 & US 5537414 A1	1-28

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 December, 2003 (24.12.03)

Date of mailing of the international search report
20 January, 2004 (20.01.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04L12/28

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04L12/00-12/66Int. Cl⁷ H04B 7/24- 7/26Int. Cl⁷ H04Q 7/00- 7/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2003

日本国実用新案登録公報 1996-2003

日本国登録実用新案公報 1994-2001

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

IEEE Xplore "TXOP"

電子情報通信学会総合大会、電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、電子情報通信学会技術研究報告 CS, NS, IN

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP 1237382 A2 (Texas Instrument s Incorporated) 2002. 09. 04, 全文, 図 1-10 & JP 2002-319895 A	1-28
A	JP 6-77963 A (株式会社日立製作所) 1994. 0 3. 18, 全文, 図1-26 & US 5537414 A1	1-28

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 12. 03

国際調査報告の発送日

20. 1. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮 島 郁 美



5X

8523

電話番号 03-3581-1101 内線 3595